

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů

**Struktura, přírůst a obnova porostu ve fázi přestavby na
ŠLP Kostelec nad Černými lesy.**

Diplomová práce

Autor: Bc. Jakub Klapsia

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

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jakub Klapsia

Lesní inženýrství

Název práce

Struktura, přírůst a obnova porostu ve fázi přestavby na ŠLP Kostelec nad Černými lesy.

Název anglicky

Structure, increment and regeneration of the forest stand during its conversion at the School Forest Enterprise Kostelec nad Černými lesy.

Cíle práce

Vyhodnotit stávající produkci zkoumaného porostu, posoudit přírůst jednotlivých stromů ve vztahu k jejich mýtní zralosti (s využitím přírůstového kritéria prof. Polena). Dále posoudit dynamiku přirozené obnovy a navrhnout další obnovní postup.

Metodika

Obnova 3 TVP v porostu 11C13 na ŠLP Kostelec n.Č.I.

Dendrometrická měření stromů horní etáže na jednotlivých TVP (H, Hk, D1,3).

Inventarizace nového dorostu do kmenoviny (nad 7 cm d1,3).

Vyhodnocení produkčních údajů a přírůstů u všech stromů mateřského porostu na jednotlivých TVP (g, v, běžný a průměrný přírůst) a posouzení jejich mýtní zralosti.

Zhodnocení produkce porostů na jednotlivých TVP (G, V, běžný a průměrný přírůst).

Vyhodnocení struktury, růstu a vývoje přirozené obnovy na monitorovacích plochách (16 m², 2 m²).

Kvantifikace procesu autoredukce spodní etáže za posledních 15 let.

Doporučený rozsah práce

Min. 50 stran textu.

Klíčová slova

obnova porostu, jednotlivý výběr, mýtní zralost, přírůst stromů, přírodě blízké pěstování lesů

Doporučené zdroje informací

- KORPEĽ, Š. A KOL., 1991: Pestovanie lesa. Bratislava, 465 s.
- POLENO, Z., 1999: Výběr jednotlivých stromů k obnovní těžbě v pasečném lese. Kostelec n. Č. l., Lesnická práce, 128 s.
- REMEŠ, J., 2003 : Analýza podrobného způsobu obnovy porostu s uplatněním přírůstového kritéria mýtní zralosti, Praha, disertační práce, 291s.
- 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 rôznej dĺžky a stupňa clonenia na rastové ukazovatele smreka a buka pri kombinovanej obnove. Lesnícky časopis Forestry Journal, 41 (1): 11-20.
- ŠVEC, O., BÍLEK, L., REMEŠ, J., VACEK, Z., 2015: Analysis of operational approach during forest transformation in Klokočná Range, Central Bohemia. Journal of Forest Science, 61(4): 148-155.

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 06. 02. 2017

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Struktura, přírůst a obnova porostu ve fázi přestavby na ŠLP Kostelec nad Černými lesy“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Jiřího Remeše, PhD. 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 dne

Podpis autora

Poděkování

Tímto chci především poděkovat mému vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Jiřímu Remešovi, PhD. za možnost vypracovat tuto diplomovou práci a za odborné rady, které mi poskytnul.

Chtěl bych také poděkovat mé rodině a přátelům za jejich podporu v mém dosavadním studiu.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá problematikou výběrného způsobu hospodaření, konkrétně vývojem struktury, přírůstků a obnovy porostu ve fázi přestavby. Měření bylo provedeno na třech trvalých výzkumných plochách v porostu 11 C 13 na Školním lesním podniku v Kostelci nad Černými lesy, kde se dlouhodobě realizuje přestavba tohoto porostu na výběrný les. Na každé výzkumné ploše se hodnotily jednotlivé etáže porostu zvlášť (horní etáž, spodní etáž a přirozené zmlazení). Zpracovaná data se poté porovnávala s výsledky inventarizací z minulých let. V této práci se také hodnotila mýtní zralost jednotlivých stromů podle metody profesora Polena, tedy podle kulminace celkového průměrného objemového přírůstu.

Výsledky ukazují, že v průběhu uplynulých let došlo ke snížení celkové objemové produkce v průměru o 2 m³ s k./ha za jeden rok na všech třech výzkumných plochách. V celém porostu bylo nalezeno 69 mýtně zralých stromů. Z tohoto počtu byla u 37 stromů stanovena mýtní zralost již v roce 2012. Tito jedinci vykazují v průměru menší dendrometrické veličiny (výčetní tloušťka, výška a objem), než průměrné veličiny vypočítané pro všechny stromy v horní etáži.

Klíčová slova: obnova porostu, jednotlivý výběr, mýtní zralost, přírůst stromů, přírodě blízké pěstování lesů

Abstract

This master's thesis deals with the topic of selection forests, precisely with the structure development, growth increase and with the rejuvenation in rebuild phase of the forest. Measurements were done at three permanent plots in the stand 11 C 13 belonging to the Školní lesní podnik v Kostelci nad Černými lesy, where there is long term realization of rebuilding this stand into a selection forest. At every permanent plot measurements were taken separately in upper storey, bottom storey and regeneration. The obtained data was then compared with the results of inventarization from the previous years. In this thesis fellin age were also rated using professor Polen's method, by the culmination of total average volumetric increment.

The results show that in recent years there was a decrease of the volume increment in the mean of 2 cubic meters with bark per hectare per year on all of the plots. In the whole stand there were 69 felling aged trees. However, from this number 37 trees were already at felling age in year 2012. These specimen show lesser dendrometric values (dbh, height & volume) on average, than average values calculated for all of the trees in the upper storey.

Keywords: stand rejuvenation, selection forest, felling age, tree inkrement, close to nature silviculture

Obsah

1. Úvod	13
2. Cíl práce	14
3. Rozbor problematiky	15
3.1. Přírodě blízké lesní hospodářství	15
3.1.1. Přírodě blízký les.....	17
3.1.2. Les trvale tvořivý (Dauerwald).....	19
3.2. Výběrný způsob hospodaření.....	20
3.2.1. Struktura	22
3.2.2. Zásoba.....	24
3.2.3. Produkce.....	24
3.2.4. Těžební zásahy ve výběrných lesích.....	26
3.2.5. Objektivizace výběru stromů v obnovní těžbě	29
3.3. Přestavba porostu	31
3.3.1. Přeměna	32
3.3.2. Přestavba.....	33
3.3.2.1. Pěstební technika přestavby	35
4. Metodika	39
4.1. Porost 11 C 13.....	39
4.2. Terénní sběr dat.....	39
4.2.1. Měření tloušťek a výšek stromů.....	40
4.3. Postup vyhodnocení naměřených dat	40
5. Výsledky	46
5.1. Trvalá výzkumná plocha č. 1.....	46
5.1.1. Vývoj zastoupení dřevin	48
5.1.2. Vývoj prostorové struktury na výzkumné ploše.....	49
5.1.3. Mýtní zralost jedinců v horní etáži	52
5.1.4. Vývoj a růst přirozené obnovy	54
5.2. Trvalá výzkumná plocha č. 2.....	55
5.2.1. Vývoj zastoupení dřevin	58
5.2.2. Vývoj prostorové struktury na výzkumné ploše.....	58
5.2.3. Mýtní zralost jedinců v horní etáži	62
5.2.4. Vývoj a růst přirozené obnovy	63
5.3. Trvalá výzkumná plocha č. 3.....	65
5.3.1. Vývoj zastoupení dřevin	67
5.3.2. Vývoj prostorové struktury na výzkumné ploše.....	68
5.3.3. Mýtní zralost jedinců v horní etáži	71

5.3.4. Vývoj a růst přirozené obnovy	72
5.4. Statistické vyhodnocení.....	74
6. Diskuze	81
7. Závěr	84
8. Seznam použité literatury	86

Seznam tabulek, grafů a obrázků

Tabulka 1: Vývoj základních porostních veličiny horní etáže (plocha č. 1).....	46
Tabulka 2: Vývoj základních porostních veličin spodní etáže (plocha č. 1).....	47
Tabulka 3: Vývoj běžného ročního objemového přírůstu během měřených období (plocha č. 1).	48
Tabulka 4: Vývoj zastoupení dřevin v horní etáži v procentech (plocha č. 1).....	48
Tabulka 5: Vývoj zastoupení dřevin ve spodní etáži v procentech (plocha č. 1).....	49
Tabulka 6: Popisná statistika výšek stromů horní etáže z roku 2016.....	50
Tabulka 7: Popisná statistika výšek stromů spodní etáže z roku 2016.....	50
Tabulka 8: Popisná statistika výčetních tloušťek horní etáže z roku 2006, 2012 a 2016.....	52
Tabulka 9: Popisná statistika výčetních tloušťek spodní etáže z roku 2012 a 2016.....	52
Tabulka 10: Jedinci po kulminaci a jejich základní dendrometrická charakteristika (plocha č. 1).	53
Tabulka 11: Vliv autoredukce na zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově a hektarové počty na monitorovací ploše E (plocha č. 1).....	54
Tabulka 12: Vliv autoredukce na zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově a hektarové počty na monitorovací ploše F (plocha č. 1).....	55
Tabulka 13: Vývoj základních porostních veličin horní etáže (plocha č. 2).....	56
Tabulka 14: Vývoj základních porostních veličin spodní etáže (plocha č. 2).....	57
Tabulka 15: Vývoj běžného objemového přírůstu během měřených období (plocha č. 2).....	57
Tabulka 16: Vývoj zastoupení dřevin v horní etáži v procentech (plocha č. 2).....	58
Tabulka 17: Vývoj zastoupení dřevin ve spodní etáži v procentech (plocha č. 2).....	58
Tabulka 18: Popisná statistika výšek stromů horní etáže z roku 2016.....	59
Tabulka 19: Popisná statistika výšek stromů spodní etáže z roku 2016.....	59
Tabulka 20: Popisná statistika výčetních tloušťek horní etáže z roku 2006, 2012 a 2016.....	62
Tabulka 21: Popisná statistika výčetních tloušťek spodní etáže z roku 2012 a 2016.....	62
Tabulka 22: Jedinci po kulminaci a jejich základní dendrometrická charakteristika (plocha č. 2).	63
Tabulka 23: Vliv autoredukce na zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově a hektarové počty na monitorovací ploše D (plocha č. 2).....	64
Tabulka 24: Vliv autoredukce na zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově a hektarové počty na monitorovací ploše H (plocha č. 2).....	64
Tabulka 25: Vývoj základních porostních veličiny horní etáže (plocha č. 3).....	65
Tabulka 26: Vývoj základních porostních veličin spodní etáže (plocha č. 3).....	66
Tabulka 27: Vývoj běžného ročního objemového přírůstu během měřených období (plocha č. 3).	67
Tabulka 28: Vývoj zastoupení dřevin v horní etáži v procentech (plocha č. 3).....	67
Tabulka 29: Vývoj zastoupení dřevin ve spodní etáži v procentech (plocha č. 3).....	67
Tabulka 30: Popisná statistika výšek horní etáže z roku 2016.....	68
Tabulka 31: Popisná statistika výšek spodní etáže z roku 2016.....	69

Tabulka 32: Popisná statistika výčetních tlouštěk horní etáže z roku 2006, 2012 a 2016.	71
Tabulka 33: Popisná statistika výčetních tlouštěk spodní etáže z roku 2012 a 2016.....	71
Tabulka 34: Jedinci po kulminaci a jejich základní dendrometrická charakteristika (plocha č. 3).	72
Tabulka 35: Vliv autoredukce na zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově a hektarové počty na monitorovací ploše A (plocha č. 3).	73
Tabulka 36: Vliv autoredukce na zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově a hektarové počty na monitorovací ploše B (plocha č. 3).	73
Tabulka 37: Statistické vyhodnocení trvalých vědeckých ploch mezi sebou pomocí Tukeyho metody mnohonásobného porovnání, kde sledovanou veličinou jsou výčetní tloušťky smrků. .	77
Tabulka 38: Statistické vyhodnocení trvalých vědeckých ploch mezi sebou pomocí Tukeyho metody mnohonásobného porovnání, kde sledovanou veličinou jsou objemy hroubů smrků.....	78
Tabulka 39: Statistické vyhodnocení trvalých vědeckých ploch mezi sebou pomocí Tukeyho metody mnohonásobného porovnání, kde sledovanou veličinou CBP na kruhové základně smrků.	79
Graf 1: Histogram četností výškových tříd, jednotlivých dřevin v roce 2016 (plocha č. 1).	49
Graf 2: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2006 (plocha č. 1).	50
Graf 3: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2012 (plocha č. 1).	51
Graf 4: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2016 (plocha č. 1).	51
Graf 5: Histogram četností výškových tříd, jednotlivých dřevin v roce 2016 (plocha č. 2).	59
Graf 6: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2006 (plocha č. 2).	60
Graf 7: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2012 (plocha č. 2).	60
Graf 8: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2016 (plocha č. 2).	61
Graf 9: Histogram četností výškových tříd, jednotlivých dřevin v roce 2016 (plocha č. 3).	68
Graf 10: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2006 (plocha č. 3).	69
Graf 11: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2012 (plocha č. 3).	70
Graf 12: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2016 (plocha č. 3).	70
Graf 13: Vztah mezi běžným ročním přírůstem na kruhové základně a výčetní tloušťkou smrků horní etáže (porost 11 C 13).	74
Graf 14: Vztah mezi běžným ročním přírůstem na kruhové základně a výškou smrků horní etáže (porost 11 C 13).	75
Graf 15: Vztah mezi běžným ročním přírůstem na kruhové základně a objemem smrků horní etáže (porost 11 C 13).....	75
Graf 16: Vztah mezi objemovým přírůstovým procentem a výčetní tloušťkou smrků horní etáže (porost 11 C 13).	76
Graf 17: Vztah mezi štihlostním kvocientem a výčetní tloušťkou smrků horní etáže (porost 11 C 13).	76
Graf 18: Grafické znázornění rozdílů ve výčetních tloušťkách smrků mezi jednotlivými výzkumnými plochami pomocí jednofaktorové parametrické analýzy rozptylu (ANOVA).	77
Graf 19: Grafické znázornění rozdílů v objemu hroubů smrků mezi jednotlivými výzkumnými plochami pomocí jednofaktorové parametrické analýzy rozptylu (ANOVA).	78

Graf 20: Grafické znázornění rozdílů celkového běžného přírůstu na kruhové základně mezi jednotlivými výzkumnými plochami pomocí jednofaktorové parametrické analýzy rozptylu (ANOVA).	79
Graf 21: Vztah mezi štíhlostním kvocientem a výškou všech jedinců nacházejících se na monitorovacích plochách E, F, D, H, A a B (porost 11 C 13).	80

1. Úvod

V dnešní době společnost vyvíjí stále větší tlak na lesní hospodářství, aby na jedné straně dokázala v plné míře využít mimoprodukční funkce lesa a na straně druhé, aby v maximální míře a efektivnosti využila produkčního potenciálu lesa. Tyto protichůdné zájmy jsou ale v praxi velmi špatně slučitelné. Ekonomický zájem se snaží co nejrychlejší, nejefektivnější a s co možná nejmenšími náklady vyprodukovat co největší množství dřevní suroviny. Naproti tomu ekologický zájem usiluje o zvyšující se druhovou rozmanitost, porostní stabilitu a společenskou hodnotu lesa s principy trvalé udržitelnosti (SCHÜTZ 2002).

V současnosti jsou v českých lesích smrkové porosty, kde zastoupení smrku ztepilého přesahuje 90 %, rozšířeny na 26 % lesní výměry a na dalších 22 % se nacházejí porosty, kde smrk ztepilý má zastoupení ve dřevinné skladbě větší než 50 % (TESAŘ, KRAUS 2004). Takovéto porosty převážně plní pouze produkční funkci lesa. Lze tedy předpokládat, že se bude v následujících desetiletích, při obnově porostu, zvyšovat uplatnění melioračních a zpevňujících dřevin. V souvislosti s narůstajícím tlakem společnosti na plnění mimoprodukčních funkcí můžeme rovněž očekávat, postupný odklon od pasečného způsobu hospodaření a jeho nahrazení za vhodnější způsoby hospodaření, které dokáží uplatnit přírodě blízké zásady.

Jednou z možných cest je systém přírodě blízkého hospodaření, který do jisté míry dokáže najít kompromis mezi ekonomickými a ekologickými zájmy. Je dobré říci, že existuje poměrně velké množství pojetí tohoto přístupu a každé se od sebe v různé míře liší, ale přesto mají společné znaky. Hlavním znakem tohoto způsobu hospodaření je chápání lesa jako ekosystému se všemi jeho složkami a vazbami. Tento způsob se také snaží využívat samovolné přírodní procesy, například autoredukční schopnost porostu. Právě možnost využití tohoto procesu je považováno za jeden z nejdůležitějších předností přírodě blízkého hospodaření (REMEŠ, et al. 2008). Uplatněním těchto ekologických zákonitostí v lesní porostu, může lesní hospodář plně využít produkčního potenciálu stanoviště, tedy maximalizovat produkci. Jde tedy o takové způsob hospodaření, který by měl splňovat současné požadavky kladené na lesní hospodářství.

Tato práce navazuje na již několik let probíhající výzkum spojený s přestavbou lesního porostu na výběrný les a s problematikou přirozené obnovy v těchto porostech.

2. Cíl práce

Cílem této diplomové práce je vyhodnocení stávající produkce a porostní struktury na trvalých výzkumných plochách nacházejících se na pozemcích Školního lesního podniku Kostelec nad Černými lesy konkrétně v porostní skupině 11 C 13. Produkce jednotlivých stromů byla také posouzená ve vztahu k jejich mýtní zralosti s využitím přírůstového kritéria profesora Polena, tedy porovnání mezi celkovým běžným přírůstem a celkovém průměrným přírůstem na kruhové základně každého stromu, který se nachází v horní etáži. Porovnáním těchto přírůstu mezi sebou lze zjistit, zdali konkrétní jedinec dosáhl nebo nedosáhl mýtní zralosti. Výsledky mohou sloužit jako doporučení pro lesního hospodáře při výběru stromů určených k obnovní těžbě. Dalším úkolem této práce je posoudit dynamiku přirozené obnovy a autoredukční schopnost tohoto porostu.

Kromě vyhodnocení současného stavu na výzkumných plochách se tato práce zabývá také porovnáním současného stavu s výsledky z předchozích inventarizací, neboť se jedná o demonstrační porost, kde se dlouhodobě sleduje vliv individuálního výběru na struktura a vývoj porostu.

3. Rozbor problematiky

3.1. Přírodě blízké lesní hospodářství

Současné lesní hospodářství se snaží nalézt řešení v stále rostoucím rozporu mezi ekonomickými a ekologickými zájmy a jedním z řešení je uplatnění přírodě blízkých zásad. První, kdo s touto koncepcí přišel, byl Gayer na konci devatenáctého století a v zemích jako je Švýcarsko nebo Slovinsko byla většinou úspěšně aplikována. Tento přístup se snaží v maximální míře využívat přirozené zmlazení a autoredukčních schopností porostu (SCHÜTZ 1999).

Přírodě blízké hospodaření klade důraz na přírodní zákonitosti a fylogenetický vývoj jednotlivých druhů i ontogenetický vývoj jedince. Lesní porosty, na kterých se uplatňují tento typ hospodaření, se svými znaky výrazně odlišují od znaků porostů, kde jsou uplatňovány běžnější hospodářské způsobů založené na plošných holosečích (KORPEL, et al. 1991). Je kladen velký důraz na ekologická hlediska, které mají být zohledněny v budoucích výchovných a těžebních zásadách (KORPEL, SANIGA 1995). Přírodě blízké hospodaření není vázané na žádné hospodářské schéma, postup nebo obnovní způsob. V zásadě je možné uplatnit násečný, podrostní, výběrný a v ojedinělých případech i holosečný způsob (VACEK, PODRÁZSKÝ 2006).

Takovýto druh hospodaření vede k pestřejší rozmanitosti flóry a fauny, tedy pestřejší biodiverzitě v porostu. Samotný pojem biodiverzita, má ale mnoho interpretací a v podstatě neexistuje jeho přesná definice. Biologická rozmanitost ale v zásadě zahrnuje tři důležité aspekty.

- genetická vnitrodruhová rozmanitost
- druhová rozmanitost flóry a fauny
- rozmanitost ekosystémů (REMĚŠ, BÍLEK 2014).

V praxi však není pro lesního hospodáře snadné posoudit, zda uplatňované lesní hospodaření je v souladu s principy zachování biodiverzity, nebo zda je takovéto hospodaření z ekologického hlediska trvale udržitelné. Abychom, zajistili dostatečnou a trvalou ochranu biodiverzity lesního ekosystému, musíme v plánování lesního hospodaření zohlednit těchto pět základních principů.

- princip udržení spojitosti (propojitelnosti): Tento princip je založena na ochraně citlivých lokalit, například biokoridorů, revitalizaci krajiny a pečlivém plánování dopravní infrastruktury.

- princip udržení heterogenity krajiny: V podstatě se jedná o plánování, které podporuje vytváření malých refugií pomoci regulace těžebních ploch a prodloužením doby obmýtí.
- Princip udržení komplexity porostní struktury: Tento princip je také založen, podobně jako předchozí, na prodloužení doby obmýtí, ale navíc klade důraz na druhovou pestrost a vhodnou strukturu porostu. To je většinou docíleno maloplošným hospodařením, či ponecháním doupných stromů v porostu.
- princip udržení nedotčených vodních ekosystémů: V podstatě tento princip klade velký důraz na ochranu vodních ekosystémů.
- princip převzetí (inspirace, využití): Lesní hospodář využívá přírodní disturbance, jako vzor při plánování obnovy.

Je nutné poznamenat, že uvedené principy není vhodné chápat jako univerzální model pro každou lokalitu, ale jako doporučená pravidla, která se mohou upravovat v závislosti na místních podmínkách (LINDENMAYER, FRANKLIN 2002), vhodná jsou především pro území s vyšším stupněm ochrany přírody.

Například obnovní prvky v porostech s převahou buku lesních (*Fagus sylvatica*) odpovídající přirozené dynamice postupného rozpadu porostu, mají velikost odpovídající korunové projekci jednoho až tří úrovnových stromů. Taková velikost je dostačující pro zajištění přirozené obnovy (REMEŠ, BÍLEK 2014), ale dochází zde k nepravidelnému vývoji kmene, tudíž budoucí kvalita je velmi snížena (SANIGA, et al. 2013). Takovýto postup při obnově porostu je složitý a časově náročný, proto se celková obnovní doba prodlužuje. Obnovní postup v porostech s dominantním zastoupením smrku ztepilého (*Picea abies*) podle přírodě blízkých zásad je dokonce založen na jednotlivém výběru stromů. Tento postup obnovy je také velmi pomalý a projevuje se nepravidelnou strukturou porostu (REMEŠ, BÍLEK 2014).

S měnicími se klimatickými podmínkami v posledních letech a stále častějšími gradacemi podkorních škůdců, hlavně pak lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) a lýkožrouta lesklého (*Pityogenes chalcographus*), se ukazuje, jak je důležitá stabilita a vitalita porostu. Smrkové monokultury, s kterými se i neodmyslitelně pojí holosečný způsob hospodaření, jsou podstatně méně stabilní než druhově, prostorově a věkově diferenciované porosty. V současnosti mají stejnověké porosty s výraznou dominancí smrku stále převahu nad smíšenými a věkově diferencovanými porosty. Proto lze usuzovat, že se stále sílícím tlakem společnosti na nepřetržité a dostatečné plnění mimoprodukčních i produkčních funkcí lesa, bude lesní hospodářství ustupovat od holosečného způsobu. Předpokládá se, že holosečný způsob bude stále častěji nahrazován jinými způsoby, které budou tyto požadavky společnosti splňovat, například

clonný nebo výběrný způsob. Hlavním krokem pro zvýšení stability a vitality porostu je vhodná změna dřevinné skladby nebo dokonce celá přestavba jednoetážových, stejnorodých a stejnověkých porostů na smíšené, prostorově a věkově diferenciované porosty. Jen takové porosty mohou zabránit rozsáhlým kalamitám, tedy mohou zajistit bezpečnou produkci (SANIGA, DENDYS 2015).

Přírodě blízké hospodaření v ČR

Takových lesních porostů je u nás poměrně málo a nezaujímají velkou rozlohu. Přesto ale můžeme v našich podmínkách nalézt několik těchto lokalit, kde se více než jednu obnovní dobu nepřetržitě hospodaří podle principu přírodě blízkého lesa a také na dosti velké ploše (několik stovek hektarů). Jedná se například o les Zaječiny u Žamberku, Boubín - Zátoň u Prachatic, Žofinka - Dolní Hvozd v obci Nové Hrady, Cetoraz u Pelhřimova, Hamry (Lesy Dr. Kinského), porosty školního lesního podniku ve Křtinách (Březina, Habrůvka, Jelenice, Hády, Rudice, Klepačov a Pokojná hora), Vlára - Sidonie u Brumova a další. Je také zajímavé, že největší podíl těchto porostů se nachází v jedlokubovém lesním vegetačním stupni (KRAUS, HORT 2006). Zajímavé lokality s příklady přírodě blízkých způsobů hospodaření jsou ale také i v nižších polohách (3 až 4 LVS), jako je Lesnický úsek Klokočná (Lesy ČR, s.p.), Lesnický úsek Hetlín (Městské lesy a rybníky Kutná Hora, s.r.o.) a některé části Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy (REMEŠ, KOZEL 2006; REMEŠ 2006).

3.1.1. Přírodě blízký les

Přírodě blízký les můžeme definovat jako klimaxový les, ovlivňovaný přírodními zákonitostmi, který vznikl a vyvíjel se bez lidské činnosti. Základním zdrojem dynamiky růstových a vývojových procesů je množství slunečního záření (KORPEL', SANIGA 1995). Přírodě blízký les se vyvíjí a člení podle vlastních přírodních zákonitostí, bez negativních vnějších vlivů způsobených činností člověka. V minulosti i v dnešní době jsou tyto lesy ohrožovány průmyslovými imisemi (KORPEL', et al. 1991).

Mezi základní znaky přírodě blízkého lesa patří především jeho struktura, která je výsledkem dynamiky vývojových změn jednotlivých stromů. Výsledná struktura ale závisí i na dalších faktorech, jako je lokalita nebo typ stanoviště. V různých oblastech a na různých stanovištích probíhaly odlišné fylogenetické vývoje lesa. Výsledek těchto procesů nám v podstatě definuje původní dřeviny a jejich zastoupení na určitém stanovišti (KORPEL', et al. 1991). Také ekologická a nepřetržitá stálost všech funkcí lesa patří mezi základní znaky přírodě blízkého lesa (KORPEL', SANIGA 1995).

Tímto se dostáváme k dalším základním znakům přírodě blízkého lesa a tím jsou jeho druhová pestrost a stálost druhového složení. Mnohaleté a stálé pokračující

vývojové procesy mají charakter přirozeného výběru. Lesní společenství utvářejí ti jedinci a jen ty rostlinné druhy, které jsou na daném místě přizpůsobené k životu a konkurenčně silnější. Takové porosty se vyznačují vysokou stabilitou a odolností. Z tohoto vyplývá, že vlivem neustálého přirozeného výběru zůstávají v porostu nejrezistentnější jedinci odolní proti abiotickým i biotickým činitelům určité oblasti. Tlak přirozeného výběru může mít i negativní dopad na odolnost jedinců, a to tak, že se z genetického fondu mohou ztrácet znaky nebo vlastnosti, které mohou v budoucnosti hrát důležitou roli. Tyto ztráty by ale měly být nahrazovány mutačním tlakem (KORPEL', et al. 1991).

Dalším základním znakem je různověkost, která je podmíněná fyziologickou životností stromu a dlouhou nebo nepřetržitou obnovní dobou. Ani jedinci stejného druhu na malé ploše se nedožívají stejného věku. V porostech s pestrou druhovou skladbou je různověkost ještě výraznější. Výjimky tvoří pouze plochy, na kterých v minulosti proběhla plošná disturbance. Lesní porost s „úplnou různověkostí“ je takový, ve kterém jsou zastoupeny všechny věkové stupně. Podmínkou k dosažení „úplné různověkosti“ je nepřetržitá obnova, ta je ale v našich přírodních poměrech na malých plochách vzácná. Tento znak můžeme nalézt v porostech větších výměř (SANIGA, BRUCHÁNIK 2009).

Stálá a vyrovnaná zásoba je také jedním ze základních znaků přírodě blízkého lesa. Z časového a plošného hlediska to znamená, že objem, který v lese přiroste, je jinde rozložen nebo vytěžen (v hospodářských způsobech uplatňující přírodě blízké principy). Proto je přírodě blízký les někdy spojován s nulovým přírůstem. Ve skutečnosti průměrná zásoba není v jednotlivých letech pořád stejná, ale osciluje kolem dlouhodobé a průměrné zásoby. Změny zásob nejsou neustálé a vyrovnané, ale přicházejí ve vlnách. Všichni jedinci přirůstají, tedy zvyšují svůj objem a za několik let překročí průměrnou zásobu. Snížení přichází po nějaké době ve formě abiotických nebo biotických činitelů, kdy se celková zásoba na několik let dostane pod průměrnou zásobu (KORPEL', et al. 1991).

Vývojový cyklus

V přírodě blízkých lesích můžeme rozlišit tři základní vývojová stádia. První je stádium „dorůstání“, ve kterém převážně stromy mladší generace intenzivně přirůstají. Toto stádium se vyznačuje vertikálním zápojem, vysokou vitalitou stromů, zanedbatelnou mortalitou vyšších stromů spodní etáže, průměrným počtem živých jedinců, průměrnou zásobou, největší tloušťkovou, výškovou a plošnou diferenciací. Uvolněný prostor vzniklý po pádu stromů horní etáže z předcházejícího cyklu je v tomto stádiu velmi rychle zapojen (SANIGA, BRUCHÁNIK 2009).

Dalším stádiem přírodě blízkého lesa je stádium „optima“. V tomto stádiu dochází k vyrovnání výšek jednotlivých stromů. V podstatě se ztrácí výšková diferenciacce z předcházejícího stádia a vytváří se jedno etážový porost podobně jako ve stejnověkových porostech kde se uplatňuje holosečný způsob hospodaření. Toto stádium se vyznačuje maximální zásobou fytomasy, výrazným sníženým výškového a objemového přírůstu v důsledku poklesu vitality stromů, malým počtem jedinců, změnou vertikálního zápoje na horizontální a ojedinělou mortalitou stromů horní etáže.

Posledním ze stádií je stádium „rozpadu“, kdy začíná docházet k odumírání většího počtu stromů horní etáže. Porostní zásoba výrazně klesá, protože přírůst živých stromů nemůže nahradit objem odumřelých jedinců. Na uvolněných místech se začíná objevovat nová generace (přirozeného zmlazení) klimaxových dřevin. Toto stádium se vyznačuje sníženou porostní zásobou, která je nepravidelně rozmístěná, výrazně uvolněným zápojem a nástupem nové generace.

Také je důležité zdůraznit, že jednotlivá stádia nejsou jednoznačně od sebe časově oddělena, ale konce a začátky stádií se překrývají. Zajímavé je i zjištění, že i ve většině přírodě blízkých lesů, neexistují podmínky pro nepřetržitou obnovu (stádium „optima“). Výjimkou jsou lesní společenství na extrémních stanovištích, kde se prakticky nemůže vytvořit souvislé horizontální zapojení (KORPEL, et al. 1991).

3.1.2. Les trvale tvořivý (Dauerwald)

Teorie trvale tvořivého lesa vychází z představy, že les je živým organismem, který je v jeho přirozené struktuře zdravým a odolným. Lidská činnost je zde chápána jako rušivý aspekt, tedy pro les nevhodná. Proto musí být všechny lidské zásahy co nejcitlivější a zvláště nenápadné. Základním znakem je proto soulad mezi ekologickými podmínkami a produkčními i mimoprodukčními funkcemi lesa. Hospodářské lesy, kde se teorie trvale tvořivého lesa uplatňuje, nepracují s celými porosty, ale zaměřují se na každý strom zvláště (KORPEL, SANIGA 1995). Je kladen velký důraz na citlivost těžebních zásahu, v podstatě les nemá cítit, že je kácen. Zásadním pravidlem pro těžbu je co nejvčasnější odstranění nejhorších stromů. Zde se s tloušťkou nijak nepracuje, není veličinou určující mýtní zralost. Doporučují se slabé, ale časté probírky, kde se uplatňuje zdravotní výběr nebo se podporují vitální a kvalitní jedinci s dobře vyvinutou korunou (POLENO 1999).

Při uplatnění trvale tvořivého lesa v praxi nám z výše uvedených zásad vyplývá několik konkrétních pravidel.

- vyhnout se holosečnému způsobu hospodaření
- podporovat přirozené zmlazení

- snaha o vytvoření různověkových a smíšených porostů
- trvalá a stálá produkce cenných sortimentů
- cíleně zaměřená individuální těžba, která podporuje zkvalitnění budoucí zásoby.

Les trvale tvořivý je často zaměňován za výběrný způsob hospodaření, to je ale chyba. Za trvale tvořivý les můžeme označit každý hospodářský způsob, který uznává stálou existenci lesního porostu, tedy tam kde nedochází k dočasnému zmýcení porostu.

První, kdo s touto myšlenkou přišel, byl profesor Möller, který ji publikoval roku 1920 ve své práci „Kiefern-Dauerwaldwirtschaft“. Protože tato teorie vycházela z konkrétních představ a praktických příkladů, takřka okamžitě vzbudila velkou pozornost v lesnických kruzích. Navíc byly tyto úvahy byly přesvědčivě potvrzeny v revíru Bärenthoren, kde došlo k podstatnému zlepšení půdních vlastností a zvýšení přirozené obnovy (KORPEL, SANIGA 1995). Podle názoru profesora Polena byla tato myšlenka odmítána širokou lesnickou veřejností, pro Möllerovu chybnou představu o výrazném zlepšení přírůstu v revíru Bärenthoren, v důsledku zavedení trvale tvořivého lesa. Podle jeho oponentů na tom měl největší zásluhu zákaz hrabání a odnášení steliva (POLENO 1999).

3.2. Výběrný způsob hospodaření

O výběrném lese můžeme hovořit teprve tehdy, když dodržíme základní principy výběrného způsobu hospodaření. Mezi základní znaky patří nepřetržitá obnova, která je přímo podporována nepřetržitou obnovou těžbou. Tohoto můžeme docílit pouze při vyrovnané a výběrné porostní struktuře. Za nejvhodnější strukturu můžeme považovat tu, kde se současně na stejné ploše vyskytují všechny růstové fáze a všechny nebo skoro všechny tloušťkové stupně. Další ze základních principů výběrného způsobu je zvolení vhodného ukazatele pro výběr stromů k těžbě, tak abychom neznehodnocovali následující porost (jednotlivý nebo skupinovitý výběr). Hlavním znakem je také dosažení ekologické rovnováhy už na malých plochách. Uvedené principy a zásady se vzájemně podmiňují a jsou na sebe vzájemně závislé (SANIGA, BRUCHÁNIK 2009).

V takovémto pojetí lesního hospodaření pojmy jako věkový stupeň, doba obmýtlí a obnovní doba ztrácejí význam. Nejčastěji používanou veličinou pro „čas“ zmýcení stromu se používá tloušťka a s tím spojený termín cílová tloušťka. Tento termín je ve výběrném lese velmi podstatný, protože námi vhodně zvolená velikost cílové tloušťky má přímý vliv na ostatní znaky porostu, jako je struktura, optimální zásoba. Čím je větší cílová tloušťka, tím je menší počet jedinců v každém tloušťkovém stupni a optimální zásoba přepočtená na jeden ha je vyšší. To platí i obráceně.

Tento způsob hospodaření má také výhodu ve využívání disponibilního prostoru v porostu, kdy se snaží koruny jednotlivých stromů horních, středních i spodních etáží vyplňovat celý prostor bez toho, aby si navzájem překážely (KORPEL', SANIGA 1995).

Je třeba si uvědomit, že výběrný způsob hospodaření je vhodný pro takzvané hercynské dřeviny, jedle bělokorá (*Abies alba*), buk lesní a smrk ztepilý. Tyto dřeviny snášejí dlouhodobé zastínění a jsou víceméně konkurenčně vyrovnané (PRŮŠA 1999). Některé výzkumy ale poukazují na to, že aby smrk dokázal vytvářet v mládí podobné výškové přírůsty jako buk, je třeba uvolnit horní etáž aspoň tak, aby propouštěla minimálně 30 % světla (70 % zástin) (SANIGA 1995). Druhovú skladbu se ve výběrném lese také nesmí příliš lišit od přirozené skladby stanoviště. Tedy výběrný způsob hospodaření není příliš vhodné uplatňovat tam, kde chceme udržet odlišnou druhovou skladbu. V porostech kde chceme, aby se uplatňovaly přírodní procesy v co největší míře, je takovéto hospodaření příliš ekonomicky náročné. Při uplatnění přírodních procesů v obnově dochází k dominanci dřevinných druhů vhodnějších pro dané stanovištní podmínky, v praxi to jsou převážně listnaté dřeviny. Budoucí udržení odlišné skladby se tudíž stává poněkud komplikovanějším (ŠILHÁNEK 2008).

Takovouto kombinaci dřevin můžeme vytvářet v jedlobukovém, smrkobukovém nebo bukosmrkovém lesním vegetačním stupni. Nižší vegetační stupně jsou příliš suché a vyšší stupně zase příliš chladné pro zastíněnou přirozenou obnovu. Pro výběrný les je považována jedle jako nejvhodnější a hlavní dřevina. Jedle měla největší zastoupení na střídavě zamokřených půdách (pseudoglejích), ale tyto půdy jsou málo úživné pro složité porostní útvary. Nejvhodnější podmínky pro výběrný způsob hospodaření jsou na svěžích a bohatých půdách. Tyto půdy jsou pro svou úživnost neoptimálnější.

- Svěží smrková bučina (6S) má dobré podmínky pro přirozenou obnovu a při zápoji 0,8 až 0,9 nehrozí výskyt vysoké buřeně. V přirozených podmínkách jedle, buk a smrk vytvářejí stejnoměrně zastoupené, vysoce produkční a kvalitní porosty (PRŮŠA 1999). Tento soubor lesních typů zaujímá 1,63 % výměry lesní půdy (PLÍVA 1987).
- Svěží jedlová bučina (5S) je lesním typem, kde se přirozeně vyskytuje jedle a buk. Smrk, který byl zde v minulosti vysázen, se ale dobře osvědčil a tudíž může být považován za rovnocennou složku k jedli a buku (PRŮŠA 1999). Tento soubor lesních typů zaujímá 5,32 % výměry lesní půdy (PLÍVA 1987).
- Bohatá jedlová bučina (5B) je spíše vhodná pro smíšené jedlobukové výběrné porosty. Bohatá půda na živiny umožňuje jednotlivý výběr, jak ukazují beskydské „pralesy“. Smrk se zde příliš nehodí. Problém ale může nastat při silnějším prosvětlení, kdy na uvolnění zareaguje buřen a znemožní

přirozenou obnovu (PRŮŠA 1999). Tento souboru lesních typů zaujímá 2,38 % výměry lesní půdy (PLÍVA 1987).

- Kyselá smrková bučina (6K) se vyznačuje menší úživností stanoviště než předchozí soubory lesních typů, proto je méně vhodná pro výběrné hospodářství. Podmínky pro přirozenou obnovu jsou ale dobré (PRŮŠA 1999). Tento soubor lesních typů zaujímá 5,96 % výměry lesní půdy (PLÍVA 1987).
- Kyselá jedlová bučina (5K) má půdy chudé na živiny se sklonem k degradaci. Vzhledem k menší úživnosti jsou podmínky pro vytváření složitých porostních útvarů náročnější (PRŮŠA 1999). Tento soubor lesních typů zaujímá 9,66 % výměry lesní půdy (PLÍVA 1987).

Některé soubory lesních typů jsou ve smrkobukovém a jedlobukovém lesním vegetačním stupni nevhodné. Především jde o půdy obohacené humusem (obohacená smrková bučina 6D a obohacená jedlová bučina 5D) nebo obohacené vodou (vlhká smrková bučina 6V a vlhká jedlová bučina 5V). Na takových souborech se porost komplikovaně přirozeně zmlazuje (PRŮŠA 1999).

3.2.1. Struktura

S pojmem struktura se ve výběrných lesích neodmyslitelně pojí také pojem rovnováha. Rovnováha tloušťkových stupňů je důležitým znakem výběrného způsobu hospodaření, to znamená, že musí být každý tloušťkový stupeň dostatečně zastoupen takovým počtem stromů, aby se pokryly budoucí ztráty v důsledku odumření, vytěžení nebo přesunu stromu do vyššího tloušťkového stupně. Nejčastěji se pracuje s pěti nebo šesti tloušťkovými stupni. Je také důležité připomenout, že se ani ve výběrném lese nikdy nepodaří zcela dosáhnout takovéto rovnováhy a lesní hospodář je nucen ji neustále upravovat. Příčinou je střídání různě silných vývojových fází u jedinců, působení abiotických i biotických činitelů na porost nebo také i možnosti pracovních sil (POLENO 1999).

Strukturu a druhovou diverzitu porostu můžou ovlivňovat i další činitelé, jako například nadměrná aktivita zvěře. Faktor okusu, loupání a ohryzu byl opakovaně shledán jako potlačující regenerační schopnost a diverzitu lesního podrostu, tedy budoucího porostu. Na druhou stranu ale tento negativní faktor může v současnosti nahradit historickou lesní pastvou, která se výrazně podílela na utváření bylinného patra v našich lesích (BELLEMARE, et al. 2002). Výzkum, který se touto problematikou zabýval v Západních Karpatech v Polsku, také potvrdil souvislost mezi tlakem vysoké zvěře a klesajícím zastoupením jedle. Tlaku vysoké zvěře poměrně dobře odolává buk,

který zaujímá uvolněný porostní prostor po jedli (JAWORSKI, KOLODZIEJ, PORADA 2002). Můžeme tedy konstatovat, že vysoký tlak vyvíjený zvěří na přirozené zmlazení je jeden z hlavních limitujících faktorů omezující druhovu, prostorovou a věkovou diferenciaci porostu. K největším škodám dochází na jedlovém zmlazení, případně na zmlazení javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*), jeli v porostu přítomné. Proto musíme cíleně redukovat zvěř v lesích, kde chceme uplatňovat výběrný způsob hospodaření, na úrovni ekologicky únosných škod (VACEK, et al. 2013).

Jako nejvhodnější ukazatel struktury ve výběrném lese, se používá histogram četností podle tloušťkových stupňů. Výsledný tvar křivky, typický pro výběrný les, musí mít klesající charakter. Tedy takový, kdy je nejtenčí tloušťkový stupeň zastoupen největším počtem jedinců a každý následující tloušťkový stupeň má jedinců méně. Pokles stromů v každém tloušťkovém stupni není lineární, ale exponenciální, tudíž tvarem připomíná hyperbolu. Její matematické vyjádření poprvé popsal Liocourt (1898) (KORPEL, et al. 1991).

$$N_n = A \times q^{-(n-1)}$$

ve vzorci N_n - početnost v jednotlivých tloušťkových stupních
 A - počet stromů v prvním tloušťkovém stupni
 q - kvocient geometrického řádu (hodnota od 1,1 do 1,4)
 n - hodnota tloušťkového stupně

Další, kdo popsal klesající křivku porostní struktury výběrného lesa, byl Mayer (1933) za pomoci této rovnice.

$$y = a \times e^{-b \times x}$$

ve vzorci y - vyrovnaná vzorová početnost v tloušťkovém stupni
 e - Eulerovo číslo (2,71828...)
 a, b - koeficienty charakterizující tvar křivky
 x - výčetní tloušťka

V každém tloušťkovém stupni je právě tolik jedinců, aby s budoucím růstem a vývojem nahradili jedince v následujícím stupni (KORPEL, SANIGA 1995). Ve výběrném lese jsou v přesunu do vyššího tloušťkového stupně úspěšnější převážně dřeviny klimaxového typu růstu (POLENO 1999).

Je vhodné také připomenou, že ve výběrném lese nemůžeme v rámci jednotlivých etáží jednoznačně určit, která dřevina výškově v porostu dominuje. Hlavním důvodem je fakt, že jednotlivé stromy ve spodních etážích mají mezi sebou významné věkové rozdíly, tudíž se druhově podmíněné výškové rozdíly neprojeví. Ve středních, a hlavně

pak v horních etážích sice smrk dosahuje větších maximálních výšek než jedle, ale tyto rozdíly nejsou statisticky významné. S rozdíly tloušťkového přírůstu je to podobné. Ve středních a horních etážích je rozdíl tloušťkového přírůstu mezi jedlí a smrkem minimální (JAĎUŠ 2013).

Doba přesunu

Je to časový interval vyjádřený v rocích, který strom potřebuje, aby zvýšil svoji výčetní tloušťku o takový počet centimetrů, který je zároveň roven velikosti zvoleného tloušťkového stupně. V praxi mají nejčastěji tloušťkové stupně velikost čtyř centimetrů. Ve výběrném lese platí, že se zvyšující výčetní tloušťkou se doba přesunu zmenšuje (SIMON, VACEK, et al. 2008).

3.2.2. Zásoba

Zásoba výběrného lesa se i na poměrně malých plochách z dlouhodobého hlediska nemění. Stálá porostní zásoba je výsledkem záměrné a pravidelné obnovy těžby, která objemově odpovídá objemu běžného přírůstu celého porostu. Optimální zásoba porostu se určuje pro každé stanoviště zvláště porovnáním mezi běžným objemovým přírůstem a jeho zásobou. Pokud se zásoba porostu zvyšuje a jeho běžný objemový přírůst také, tak to znamená, že se optimální zásoby ještě nedosáhlo. Toto pravidlo platí také obráceně, když se zásoba zvyšuje, ale běžný objemový přírůst už klesá, tak jsme se dostali za hranici optimální porostní zásoby (KORPEL, et al. 1991).

Doba vyrovnávací

Je to časový interval, vyjádřený v letech, který nám udává očekávanou dobu, za kterou se zásoba porostu dostane do normálního nebo modelového stavu. Ve výběrném lese se používá jako součást rovnice pro výpočet výše etátu (SIMON, VACEK, et al. 2008).

3.2.3. Produkce

Výběrný les je spojen i s kvalitativní produkcí. V praxi je ale tento hospodářský způsob spojen s názorem, že kmeny stromů mají velký podíl sukatého dříví. Tento nedostatek ale vzniká v důsledku občasné těžby zaměřující se na získání kvalitních sortimentů, bez přihlídnutí na celkovou kvalitu zbývajících porostu. V porostech kde se systematicky hospodaří podle zásad výběrného hospodaření tento problém nenastane. Stromy jsou za celou svou existenci neustále ovlivňovány horní nebo boční sluneční konkurencí. Takováto konkurence u jedinců zpřičiňuje nejen pomalejší růst, ale také růst tenčích větví, které dříve a poměrně lépe od kmene odpadají. Dalším příznivým faktorem ve výběrném lese je lepší růstový a vývojový rytmus stromů, který oddaluje

kulminaci výškového, tloušťkového a objemového přírůstu. Takové stromy se dožívají v zásadě déle a jsou schopny dorůst větších rozměrů (KORPEL, et al. 1991).

Potencionální přírůst stromů

Všechny vědecké práce jednoznačně potvrzují závislost mezi potencionálním přírůstem stromu a jeho rozměry. Stromy ve vyšších stromových patrech mají nejvyšší přírůst, oproti stromům ve spodních patrech. Toto potvrzuje i vědecká studie provedená Kennelem (1966), která tuto závislost přesvědčivě dokazuje. Kennel rozdělil všechny jedince ve smrkovém, 71 let starém porostu, do čtyř tříd podle jejich výšky procentuálně vztažené k horní výšce porostů. Tyto třídy následně podrobil analýze. Následně výsledné hodnoty procentuálně vyjádřil k celému porostu a porovnal mezi jednotlivými třídami navzájem. Výsledky byly zcela jednoznačné a lze z nich vyvozovat tyto závěry.

- Plocha kruhové základny ve všech čtyřech výškových třídách téměř odpovídala ploše korunových projekcí.
- Také rozdíly mezi kruhovou základnou a celkovým objemem stromů pro všechny třídy nebyly výrazné.
- Významný rozdíl můžeme pozorovat při porovnání počtu jedinců a objemového běžného přírůstu, kteří tito jedinci vytvářejí. Běžný objemový přírůst stromů v první výškové třídě je trojnásobně vyšší, než je zastoupení této třídy v porostu. V následujících třídách se pak podíl mezi přírůstem a zastoupením výrazně snižuje, dokonce přechází do záporu.
- Velmi důležitý je poměr mezi objemovým běžným přírůstem a plochou korunové projekce. Z výsledku vyplývá, že stromy v první výškové třídě dokáží neefektivněji využít svou korunu pro vytvoření objemového přírůstu. Platí zde také, že v následujících třídách dochází k postupnému snižování této efektivnosti.

Podobnou studii provedl Kennel v bukovém porostu s takřka stejnými výsledky. Kennelovy výsledky jednoznačně potvrzují, že hlavními nositeli objemového přírůstu jsou úrovně a nadúrovně stromy. Vliv podúrovnových stromů je v podstatě zanedbatelný až nulový. Je tedy zřejmé, že těžba založená na výběru nejpřirůstavějších, tedy nejkvalitnějších stromů je chybná. Neoptimálnější cílová tloušťka musí být proto stanovena na základě empirického měření na zkusných plochách. Konečná hodnota odpovídá tloušťce průměrného stromu, jehož objemový přírůst překonal kulminaci. Zde můžeme vidět určitý paradox v teorii cílových tlouštěk. Každý jedinec, i na stejně bonitní ploše, dosahuje objemové kulminace v jiném věku a v jiné tloušťce. Toto „pravidlo“ je dáno jeho genetickou variabilitou a vlivem prostředí. Nemůžeme předpokládat, že všichni jedinci v porostu jsou schopni cílové tloušťky dorůst (POLENO 1999).

O růstový potenciál smrku a buku v hloučkovitě smíšených mlazinách se také zajímal Saniga, který zkoumal vliv světla na výškový přírůst. Tento výzkum provedl na devíti zkusných plochách na školním polesí Technické univerzity ve Zvolenu v dílci 525. Zkoumané mlaziny rostly 18 let pod zástínem těžného porostu, a poté byly uvolněny prosvětlovací sečí. Od roku 1970 od 1988 bylo těchto devět zkusných ploch pod různě silným stupněm zaclonění, 40 až 100 %. Po uplynutí této doby se provedla prosvětlovací seč, kde se stupeň zaclonění snížil na 45 až 15 %. Výsledek ukázal, že i na zkusných plochách při úplném zaclonění trvajícím 18 let, se za pouhé čtyři roky po prosvětlení dokázal výškový přírůst smrku vyrovnat výškovému přírůstu buku. V porostech, kde před prosvětlovací sečí (1988) byly lepší světlostní podmínky, tedy stupeň zaclonění byl nižší než 70 %, se dokonce růstový rytmus smrku výrazně zvýšil a překonal i výškový přírůst buku. Následující měření naznačují, že růstový rytmus smrk má akcelerující trend, proto se v budoucnosti předpokládá nadúrovňové postavení smrkových hlouček v porostu (SANIGA 1995).

3.2.4. Těžební zásahy ve výběrných lesích

V lesích, kde se hospodaří pasečným způsobem nebo pracuje se stejnověkými porosty, je hlavním ukazatelem mýtní zralosti věk porostu. Tento způsob je z produkčního hlediska poněkud neefektivní, zato ale poměrně jednoduchý. Výzkum zaměřený na stanovení hodnotové mýtní zralosti, tedy mýtní zralost, která maximalizuje produkci z pohledu hrubého výnosu naznačuje, že stanovení mýtní doby podle typologické jednotky, například hospodářského souboru, je chybné. Optimální obmýtní doba by se měla stanovit pro soubory porostů, které mají přibližně stejnou bonitní hodnotu v rozpětí jednoho až dvou absolutních bonitních stupňů. Výzkumně byly odvozeny přibližné obnovní doby, podle hodnotové mýtní zralosti, pro jedli smrk a buk. Doba obmýtní pro jedlové porosty vyšla 150 až 80 let, podle bonity stanoviště, pro smrkové porosty 145 až 75 let a pro bukové porosty 155 až 90 let (PETRÁŠ, MECKO 2013).

Výběrný les je produkční a pěstební systém založený na těžbě jednotlivých stromů, tak abychom soustavně udržovali porostní strukturu typickou pro výběrný les. Podle Schütze (1989) si lze výběrný les představovat jako model biologické automatizace a samoregulující lesní ekosystémy usměrňované člověkem (KORPEL, SANIGA 1995).

Je nutné si také uvědomit, jaké druhy těžeb se ve výběrných lesích provádějí. Podle Reiningera, který byl lesním hospodářem revíru Schlägl, nejde pouze o těžbu cílových tloušťek, ta není jediným kritériem. Cílová tloušťka je pouze pomocným

ukazatelem, který představuje určitý typ základního rozhodování pro následné plánování, podobně jako je v holosečných lesích doba obmýtí. Reininger v porostech určuje naléhavost těžebního zásahu podle těchto pravidel.

- Přednostně se odstraňují stromy napadené hnilobou, s vrcholovými zlomy nebo stromy s jinými růstovými vadami.
- Dále se odstraňují jedinci konkurující cílovým stromům.
- Teprve na posledním místě se uplatňuje výběr podle cílové tloušťky (POLENO 1999).

Individuální výběr

Těžbu dřeva realizovanou individuálním výběrem je nutno chápat jako základní princip přírodě blízkého hospodaření v lesích. Základní myšlenkou jednotlivého výběru je individuální hodnocení každého stromu zvlášť, po celou dobu jeho vývoje v porostu. Jednotlivý výběr umožňuje úpravu druhové skladby porostu, zvyšování stability porostu, vytvářet vhodnější růstové podmínky pro kvalitní jedince, zvyšovat kvalitu celého porostu a jeho hodnotový přírůst.

Ve výběrném způsobu hospodaření můžeme k výběrům stromů přistupovat několika různými způsoby. Základní rozdělení podle hlavní funkce porostu.

- Disruptivní výběr, při kterém usilujeme o maximální tloušťkovou a výškovou diferenciaci.
- Záměrný dynamický výběr, kde podporujeme jedince, kteří vynikají určitými vlastnostmi.

Rozdělení podle přístupu k hodnoceným stromům se individuální výběr dále dělí na

- negativní, kde se vyhledávají a přednostně odstraňují jedinci s nežádoucími růstovými znaky nebo poškození jedinci.
- pozitivní, kde se vyhledávají jedinci s nejlepšími morfologickými znaky v porostu, a tito jedinci jsou následně podporováni v růstu odstíněním konkurence.

Individuální výběr se dále člení podle prioritně odstraňovaných stromů na

- druhový výběr, při kterém se odstraňují jedinci určitého druhu, aby došlo ke změně druhové skladby.
- zdravotní výběr, kde se odstraňují napadení jedinci.
- zušlechťovací výběr, kde provádíme fenotypovou selekci tvarově nekvalitních jedinců.

- stabilizační výběr, jehož cílem je zvýšit mechanickou nebo ekologickou stabilitu porostu.
- zralostní výběr, kde se přednostně těží jedinci mýtně zralí. Tento druh výběru se v maximální míře používá ve výběrných lesích (POLENO 1999).

Jak už bylo řečeno, jednotlivý výběr je pro lesního hospodáře poněkud náročnější než holosečný způsob hospodaření. Mezi některé nevýhody jednotlivého výběru patří například

- složitější organizační příprava i samotná práce
- složitější na vyklizovací práce
- komplikovanější prostorové a „časové“ řízení porostu
- složitější kontroly hospodaření
- menší možnosti pro uplatnění těžké mechanizace

Přes tyto nesporné nevýhody můžeme nalézt i několik pozitiv, které jednotlivý výběr, na místo schématického výběru nebo holosečného způsobu hospodaření přináší.

- trvalou a nepřerušovanou produkci
- vytváří příznivější půdní poměry (postupná mineralizace humusu)
- uplatnění přirozené obnovy ve vyšší míře
- vytváří nepříznivé podmínky pro růst buřeně
- možnost pracovat se světlem a stínem, tedy podporovat jak světlomilné tak i stínomilné dřeviny nebo podporovat autoredukci
- možnost vytvářet v porostu více etáží najednou
- možnost zvyšování genetické hodnoty budoucí generace lesa (VACEK, PODRÁZSKÝ 2006).

Individuální výběr ve výběrných lesích je vhodný takřka pro každou stinnou dřevinu, hlavně pak pro smrk a jedli. V porostech kde je hlavní nebo jedinou dřevinou, buk lesní si musíme uvědomit, že tuto dřevinu je nejvhodnější vychovávat a obnovovat v hloučcích, aby kmen dosahoval stejné kvality jako v podrovním způsobu hospodaření. Tedy výběrný způsob v bukových porostech má charakter malých holosečí, případně malých clon. V mladých hloučcích provádíme pozitivní výběr a snažíme se „nadějným“ jedincům dostatečně uvolnit korunu, aby tyto stromy vytvořily kvalitní a průběžný kmen. Formování výběrné struktury v bukových porostech je tedy komplikovanější a náročnější, ale může trvat kratší dobu, pokud se provádí pozitivní úrovnová probírka v nízkém věku (tyčkovina, tyčovina) (SANIGA, et al. 2013). Podle Schütze je optimální zásoba bukového porostu přibližně 240 m³/ha, která umožňuje dosáhnout pravidelných hloučků jednotlivých vývojových stádiích (SCHÜTZ 1992). Výzkum, který se zabýval

působením jednotlivého výběru v jehličnatých a listnatých porostech ve výběrných lesích na dynamiku struktury a kvalitu ukázal, že je nevhodné listnaté porosty obnovovat tímto způsobem. Ve výběrných lesích při obnově listnatých dřevin musíme přistoupit ke kompromisnímu řešení a provádět skupinovou těžbu minimálně tří až pěti stromů. Zejména v porostech s výskytem ušlechtilých listnáčů, například dubů a třešní, jsou skupiny ještě větší. Další kompromisní řešení, které je vhodné pro listnaté dřeviny, využívá vytvořených mezer (přibližně 0,3 ha), plus porušený zápoj v okraji. V takovém případě je zajištěn dostatečný přísun světla do podrostu (SHÜTZ 2002).

3.2.5. Objektivizace výběru stromů v obnovní těžbě

Lesníci už odedávna hledají vhodná kritéria pro určení optimálního „času“ těžby tak, aby byla oproštěná od subjektivního výběru a stále zaručovala trvalá udržitelnost nebo dokonce trvalost lesa. Jedním z prvních návrhů byla metoda cílové tloušťky, která vycházela z historické zkušenosti v neplánovaných hospodářstvích. V praxi to znamená, že do mýtní (obnovní) těžby přicházejí jedinci, kteří dosáhli určité výčetní tloušťky. Další modernější a vhodnější metodou, která dokáže posoudit každý strom zvlášť, je kulminace průměrného ročního objemového přírůstu, případně přírůstu na kruhové základně.

Tato metoda je podle profesora Polena nejvhodnějším ukazatelem doby zmýcení nebo nezmýcení stromu. Dobu kulminace stanovíme ze vztahu mezi celkovým běžným přírůstem (CBP) a celkovým průměrným přírůstem (CPP). Porovnáním těchto veličin mezi sebou můžeme zjistit, jestli se daný jedinec nachází před kulminací nebo po kulminaci objemového přírůstu. Jeli celkový běžný přírůst větší než celkový průměrný přírůst, tak jedinec kulminace ještě nedosáhl a jeho zmýcením můžeme ztrácet z produkčního potenciálu. Opačný případ nastane tehdy, kdy je celkový běžný přírůst stejný nebo menší než celkový průměrný přírůst. V takovémto případě jeho ponecháním v porostu také ztrácíme produkční potenciál. Neoptimálnější dobou pro zmýcení stromu je při kulminace CBP a CPP. Řada studií potvrzuje, že jediným možným objektivním kritériem pro stanovení mýtní doby stromu je právě jeho přírůst. Výhodou této metody je, že při obnovní těžbě můžeme skutečně a objektivně posuzovat jednotlivé stromy a nebudeme se řídit pouze průměrnými mýtními veličinami.

Profesor Poleno také upřednostňoval porovnávání CBP a CPP vycházející z přírůstu na kruhové základně a ne z objemového přírůstu. U použití této metody je ale zapotřebí provádět periodická měření na dobře označených stromech. K vypočtení plochy kruhové základny je zapotřebí pouze jediná veličina, a to tloušťka stromu. Pokud budeme dodržovat zásady správného postupu při měření tlouštěk, budou výsledné

hodnotu velice přesné. Naproti tomu k vypočtené objemu stojícího stromu potřebujeme znát tři veličiny, tloušťku, výšku a výtvarnici. V provozní praxi se nejčastěji měří tloušťka výčetní, tedy tloušťka měřená ve výšce 1,3 m od země. Změření výčetní tloušťky je poměrně rychle, přesné a nenáročné. Měření výšek je už o něco pomalejším a složitějším sběrem dat, ale v současnost s využíváním moderních měřících přístrojů také velmi přesným. Problém nastává ale u výtvarnice, která se na stojících stromech velice obtížně určuje a také se neustále s věkem stromu mění. K vypočtení objemu se používá nejčastější výtvarnice nepravá. Z tohoto můžeme vidět, že výpočet objemu stojícího stromu může být zatíženo poměrně velkými chybami oproti vypočtení plochy výčetní kruhové základny. Assmann (1961) uvádí velikost chyby u objemového přírůstu čtyřikrát až pětkrát větší než u plošného přírůstu. Z těchto důvodů je přírůst na kruhové základně vhodnějším parametrem než objemový přírůst. Někteří autoři dokonce vycházejí z předpokladu, že u stromů ve vyšším věku a za krátkou časovou periodu dochází jen k zanedbatelné změně výtvarnicové výšky a že ji lze považovat za téměř konstantní (POLENO 1999).

Celkový běžný přírůst (CBP), se pro praktické využití v hospodářské úpravě lesů, vypočítává za určitou časovou periodu, nejčastěji 5 až 10 let. Nejčastěji se ale stanovuje pro celý porost, hospodářský soubor nebo věkový stupeň. Ve výběrném způsobu hospodaření, kde posuzujeme každý strom zvlášť, si musíme vzorec CBP lehce upravit, a to tak, že neuvažujeme o zásobě porostu ale o objemu stromu. Dále „nepotřebujeme“ znát objem provedených těžeb a dorost do kmenoviny. CBP vypočítáme pomocí tohoto vzorce.

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

ve vzorci Z_1 - inventarizovaná zásoba předchozí v m³

Z_2 - inventarizovaná zásoba současná v m³

T_t - celková těžba provedená za inventarizované období v m³

D - dorost do kmenoviny, který za inventarizované období překročil registrační hranici (nejčastěji 7 cm) v m³

t - interval mezi inventarizacemi v rocích (SIMON, VACEK, et al. 2008).

Celkový průměrný přírůst (CPP) nám vyjadřuje nárůst celkové objemové produkce k určitému věku. Podobně jako u CBP, se i tento přírůst v praxi stanovuje pro celý porost. V našem případě bude stačit, když budeme do vzorce dosazovat celkovou objemovou produkci (COP) jednotlivých stromů místo celého porostu. CPP vypočítáme pomocí tohoto vzorce.

$$CPP_t = \frac{COP_t}{t}$$

ve vzorci COP_t - celková objemová produkce, v čase t , v m³
 t - věk porostu (MARUŠÁK, KAŠPAR 2016).

Studie provedena v rámci přestavby stejnověkých smrkových porostů, kde se uplatňoval jednotlivý výběr podle kulminace CBP a CPP dospěla k závěru, že běžný objemový přírůst je značně ovlivněn zakmeněním. Uvolněním zakmenění se projevilo rozvojem koruny a akcelerací světlostního přírůstu stromů horní etáže. Největší běžný objemový přírůst se zaznamenal na nejsilnějších jedincích, tedy byla zjištěna závislost mezi objemovým přírůstem a výčetní tloušťkou stromu. I když se jednalo o přibližně 120 let starý porost, zjištěný pomocí dendrochronologických vývrtů, při vyhodnocení mýtní zralosti se zjistilo, že ve skutečnosti jen malý počet stromů dosáhlo kulminace nebo ji přesáhlo. Výjimku jen tvořili světlomilné druhy dřevin jako je borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a modřín opadavý (*Larix decidua*). Tato studie tedy zjistila, že uvolněné koruny a snížené zakmenění patří mezi velmi důležité činitele ovlivňující přírůst jednotlivých stromů. Současně také ukazuje, že metoda jednotlivého výběru vede k velmi dlouhé obnovní době, což má za následek výraznou druhovou, věkovou a strukturní diferenciaci následného porostu (REMEŠ 2006).

Na konci dvacátého století se předpokládalo, že s rozvojem moderní techniky tato metoda nalezne v praxi uplatnění (POLENO 1999). V dosavadním lesním hospodářství ale zůstává stále nejdůležitější veličinou, pro výběr stromu k obnovní těžbě, věk popřípadě tloušťka stromů.

3.3. Přestavba porostu

Struktura porostu, kde se uplatňuje holosečný, násečný nebo také i clonný způsob hospodaření má většinou jednoetážový charakter, výjimečně dvouetážový. Taková struktura není vhodná pro výběrný les, proto je zapotřebí takovýto porost „upravit“, aby úspěšný přechod na výběrný způsob byl vůbec možný. Úpravou porostu se rozumí přestavba jednoetážového porostu na výškově a tloušťkově diferenciováný porost. Tedy přestavba je taková pěstební - výchovná - obnovní operace, které tvoří ucelené systémy zásad hospodářských opatření v oblasti plánování, hospodářské úpravě lesa, pěstování lesa a ochrany lesa. Ve většině případů je přestavba spojena i se změnou druhové skladby porostu. Takovýto pěstební zásah se nazývá přeměna. K takovým komplexním změnám se přistupují v naprosto nefunkčních porostech, labilních lesích nebo také z důvodu zvýšení produkčních i mimoprodukčních funkcí lesa. Musíme ale počítat, že tyto operace jsou velice časově náročné (KORPEL, et al. 1991).

3.3.1. Přeměna

Tento pěstební zásah se provádí v porostech, kde je potřeba zásadně změněna druhové skladby, předčasnou nebo urychlenou obnovou na cílové zastoupení dřevin. Přeměny druhové skladby mají odůvodnění tam, kde dosavadní stejnorodé, stejnověké, smrkové a borové monokultury nejsou produktivní nebo nedokáží v dostatečné míře plnit důležité mimoprodukční funkce. Myšlenka změny monokultur za smíšené porosty vycházela z výsledků lesnické typologie, která porovnávala skutečnou dosavadní produkci mezi potenciální produktivností stanoviště. Tento způsob se u nás začal uplatňovat až v polovině minulého století, kdy bylo potřeba zvýšit produkci porostů a také zajistit její bezpečnou a stálou produkci. K dalšímu uplatňování přeměn porostu došlo na přelomu 70. a 80. let, kdy imisní tlak začal rozvracet smrkové porosty v severozápadní části České republiky. Důvodem proč se v dnešní době přistupuje k přeměnám porostů, je nárůst společenských potřeb na plnění mimoprodukčních funkcí lesa. Z celkové rozlohy našich lesů smrk zaujímá 50,6 % a přibližně v polovině těchto porostů má smrk zastoupení víc jak 90 %. Takovéto porosty jsou značně nestabilní a nepříznivě ovlivňují půdu (MAUER, TRUHLÁŘ 2005). Porosty na kterých se v praxi začala přeměna druhové skladby uplatňovat, byly buď naprosto nefunkční a ve špatném až kritickém zdravotním stavu nebo porosty kde špatný zdravotní stav napovídá, že dojde k předčasnému selhání produkčních i mimoprodukčních funkcí lesa. Přeměnu druhové skladby můžeme rozdělit podle převládající cílové dřeviny, která se po změně druhové skladby stává novou hlavní dřevinou.

- Úplná přeměna, kdy změna druhové skladby proběhla ve prospěch nové hlavní dřeviny, která lépe využívá produkční schopnosti stanoviště nebo posílí stabilitu porostu, popřípadě zajistí lepší mimoprodukční funkce.
- Částečná přeměna, kdy dochází k přeměně druhové skladby, ale hlavní dřevina zůstává pořád stejná.

Před samotným zahájením porostní přeměny je třeba vhodnými výchovnými zásahy zvýšit jeho stabilitu, například pomocí zpevňujících prvků nebo podporou přimíšených, popřípadě vtroušených dřevin. Nesmíme zapomenout, že nový porost nemusí vzniknout pouze z přirozeného zmlazení, ale do porostu můžeme cíleně vnášet ostatní druhy. Porosty, ve kterých přeměnu provádíme jsou totiž většinou rozsáhlé monokultury a jiné druhy dřevin zde nejsou zastoupeny nebo přirozené zmlazení neodpovídá naší požadované kvalitě (KORPEL, et al. 1991).

Vnášení cílových dřevin do podrostu může být ale velmi komplikované, zejména pak u jedle a buku. Je zřejmé, že tlak zvěře má na odrůstání výsadeb značný vliv. Oplocené plochy převážně vykazují poškození do deseti procent, ale u neoplocených

ploch může docházet až k 95 % mortalitě. Oplocené plochy také vykazují trvalý výškový i tloušťkový přírůst. Proto se doporučuje větší plochy podsadeb oplocovat a průběžně kontrolovat. Problém především nastává u individuální výsadby, kde hlavně jedle trpí okusem. Ochrana repelenty je ekonomicky náročná a z velké míry neúčinná. Za zmínku stojí i fakt, že buková výsadba snáší větší a dlouhodobější poškození než právě jedle (PROCHÁZKA, LEVÝ, KOHOUT 2013).

Některé studie ale ukazují, jak je v praxi poměrně komplikované dosáhnout přeměny druhové skladby v porostech, popřípadě celých lesích, tam kde dlouhodobě nehrozí rozsáhlá poškození lesních celků. Vezměme si například Školní lesní podnik v Kosteleci nad Černými lesy. V roce 1961 zde byly zamýšleny rozsáhlé přeměny porosty, které se měly pochopitelně týkat právě smrku. Zastoupení smrku, které tehdy činilo 46,9 %, mělo klesnout na 22 %. Výrazně „polepšit“ si měla jedle, kde se plánoval nárůst zastoupení z původních 2,8 % na 13 %. Po uplynutí 20 let (1981) se však zastoupení příliš nezměnilo. Zastoupení smrku pokleslo o pouhé jedno procento (45,8 %). V roce 2001, tedy po uplynutí dalších 20 let, dokonce zastoupení smrku vzrostlo na 49,8 %. V důsledku nepříznivých okolností, zastoupení jedle bělokoré během uplynulých 40 let kleslo na 1,6 %. Pouze u jediné dřeviny se za uvedené období podařilo výrazně zvýšit zastoupení a tím byl buk lesní, který se z původních 5,5 % dostal na 11,7 % (REMEŠ, PODRÁZSKÝ 2006).

3.3.2. Přestavba

Pod pojmem přestavba můžeme rozumět změnu hospodářského způsobu v konkrétním porostu nebo také v celém lese. Každý hospodářský způsob má svou charakteristickou strukturu, která je výsledkem různých postupů při obnově. Také na stejných hospodářských souborech při uplatnění různých hospodářských způsobů, můžeme nalézt i odlišnou druhovou skladbu. Některé hospodářské způsoby pracují při obnově se světlomilnými druhy dřevin a některé hospodářské způsoby upřednostňují spíše stínomilné druhy. K stanovení nejoptimálnějšího hospodářského způsobu na daném stanovišti nám může pomoci zařazení daného porostu do hospodářského souboru, které vychází z půdních a klimatických poměrů. Hospodářský soubor nám dává důležité informace, z kterých můžeme vyvodit nejvhodnější způsob hospodaření. Přestavba porostu je poměrně dlouhodobá záležitost, ke které se přistupuje nejčastěji v případech, kdy chceme dosáhnout zvýšení produkční schopnosti stanoviště. Je nutné zdůraznit, že pro úspěšně zdařilou přestavbu musí lesní hospodář opravdu důsledně pečovat o porost podle zásad nového hospodářského způsobu (KORPEL, et al. 1991).

V našich zemích se uplatňují čtyři základní hospodářské způsoby, které historicky vycházejí ze dvou, výběrného a pasečného způsobu. Jak už název napovídá, ve výběrném způsobu nedocházelo k dočasnému zmýcení porostu, tudíž zde nevzniká holina. Naproti tomu u pasečného způsobu hospodaření, při obnovní těžbě dochází k razantnímu uvolnění velké plochy, kterou nazýváme holinou. Výjimku tvoří pouze podrostní způsob, který je zařazen do pasečného způsobu hospodaření a kde při obnovní těžbě nevzniká holina, ale uvolněný porost. Podle české legislativy (vyhláška MZe č. 83/1996 Sb.) rozlišujeme tyto hospodářské soubory. Jejich název nám v podstatě definuje, jakým obnovním způsobem obnovujeme nový porost.

Holosečný způsob hospodaření - obnova zde probíhá na souvislé vytěžené ploše těžného porostu. Tento způsob hospodaření výrazně mění ekologické podmínky porostu (holiny), především náhlým množstvím slunečního záření a změnou teplotního režimu. Holosečné hospodářství je vhodné pro umělou obnovu světломilných dřevin. V našich podmínkách nachází uplatnění především v dubových, borových a smrkových porostech.

Hospodářský způsob podrostní - neboli také clonný způsob, kde obnovovaný porost roste pod ochrannou mateřského (těžného) porostu. Obnovní těžba je velice pozvolná a může trvat někdy i několik desetiletí. Takovýto přístup vytváří během nejcitlivější části života nového porostu příznivé světlostní, půdní a ochranné poměry, které jsou pro úspěšnou přirozenou, popřípadě umělou (podsadba) obnovu důležité. Tento hospodářský způsob je vhodný pro přirozenou obnovu stinných dřevin. Prakticky je využíván v bukových porostech.

Hospodářský způsob násečný - při němž obnova lesních porostů probíhá souvisle jak na vytěžené ploše, tak i pod ochranou mateřského (těžného) porostu. Typické pro tento způsob je vznik dvou okrajů, vnějšího (holina) a vnitřního (clona). Šířka vzniklé holiny ale nesmí překročit jednu průměrnou porostní výšku. V podstatě jde o kombinace holosečného a podrostního způsobu hospodaření. Tento hospodářský způsob se uplatňuje při obnově smíšených lesů, kde se zároveň vyskytují světломilné i stínomilné dřeviny.

Hospodářský způsob výběrný - kde obnovní a výchovná těžba není časově ani prostorově rozlišená a uskutečňuje se výběrem jednotlivých stromů nebo skupin stromů na ploše porostu (POLENO, et al. 2007). Tento způsob hospodaření je podrobně popsán v kapitole 3.2. Výběrný způsob hospodaření.

Porosty vhodné pro přestavbu

Švýcarští lesní hospodáři před zahájením přestavby provedou podrobný průzkum stability a vitality stanoviště a podle výsledného zhodnocení zařadí porost do jedné ze tří kategorií.

- porost stabilní, který není ohrožený vnějšími vlivy
- porost labilní, které se mohou chovat různě podle okolností
- porost kriticky ohrožený větrem, sněhem, rostoucí na degradované půdě nebo postižený kalamitou.

Přestavba v labilních porostech probíhá v 6 až 8 letých intervalech zpravidla s použitím výběrných principů tak, aby byla zajištěná dostatečná stabilita porostu. Kriticky ohrožené porosty mohou být dokonce holosečně zmýceny a nahrazeny druhově smíšenými porosty, které lépe vyhovují stanovištním podmínkám. Také je možné kritický porost nahradit vhodnou monokulturou, pokud je dřevina, která jí tvoří, základní dřevinou v původní porostní směsi (MATĚJŮ 1958).

3.3.2.1. Pěstební technika přestavby

Postup přestavby není jednoznačně stanovený, protože závisí na různých faktorech, jako například stanovištní podmínky, současný, ale i očekávaný stav lesa. Během přestavby se zpravidla doporučuje používat přechodnou úpravu hospodaření, tedy předčasné zahájení obnovy lesa, ponechání části porostu do nové generace, atd. (SOUČEK, TESARŮ 2008). Porost je třeba připravovat výchovnými zásahy na přestavbu nejlépe již od stádia mlazin (I. až III. věkový stupeň). Při výchově se musí postupovat pozitivním výběrem tak, aby se dosáhlo výškové a tloušťkové diferenciaci porostu. Takovéto výchovné zásahy se doporučuje provádět v pětiletých intervalech. Samotná přestavba začíná při obnově porostu ve věku přibližně 80 let. Zakmenění nemá během přestavby klesnout pod 0,8. Při těchto zásazích postupně a stále více uplatňujeme výběrné principy, pracujeme zejména se zralostním výběrem. Konec přestavby nastává v době, kdy stromy (nastupující generace) začínají dorůstat do cílové tloušťky.

Během přestavby nesmíme zapomínat na lesní cestní síť, která je nezbytně důležitá pro samotné hospodaření ve výběrném lese. Porost se musí rozčlenit na pracovní pole, tak aby těžba a následné soustřeďování nepoškozovalo stojící stromy (ŠACH 1998).

Příprava porostu na přestavbu

Pro zajištění co nejlepšího výsledku přestavby je vhodné porost předem na přestavbu připravit, tedy musíme stabilizovat porost pomocí vnitřních a vnějších zpevňujících prvků a také porost vhodně technologicky rozčlenit na pracovní jednotky.

Takovéto postupy jsou žádoucí, protože v počáteční fázi přestavby se může stabilita porostu dočasně snížit.

Vnitřním zpevněním se myslí podpora a péče o stromy tvořící porostní kostru. Čím v mladších porostech se k stabilizaci přistoupí, tím je výsledná stabilita lepší a bezpečnější. U starých porostů s nedostatečnou stabilitou je bezpečnější přestavbu odložit na následující porost.

Vnější zpevněním se myslí úprava hospodaření v okolních porostech, například zmenšením holosečí v okolí přestavovaného porostu, okrajové zpevnění a zacelení zápoje nebo uplatnění některých ze zpevňujících sečí (odluky, rozluky a závory).

Rozčleněním porostu na menší jednotky nám v budoucnosti umožní uskutečnit plánovaná výchovná a těžební opatření. Velikost pracovních polí závisí na terénních podmínkách a také na už stávající lesní síti (SOUČEK, TESAŘ 2008).

Přestavba porostu

Při přestavbě porostu musíme splnit několik obecných pravidel proto, aby byla přestavba úspěšná. První pravidlo je nikde nespěchat, ale ponechat všem fázím přestavby dostatek času. Dalším pravidlem je pokud možno postupovat tak, aby nedocházelo k výrazné ztrátě na produkci. Postup přestavby můžeme rozdělit do čtyř základních fází a v každé fázi uplatňujeme odlišnou výchovu. Žádná fáze nesmí být vynechána.

- Fáze diferenciaci, v níž je hlavním cílem podpora každého cenného prvku v porostu, který zajišťuje příznivý vývoj struktury.
- Fáze podpory zmlazení, kde je kladen hlavní důraz na vytváření nových hloučků přirozeného zmlazení.
- Fáze rozvoje struktury, ve které je kladen důraz na horizontální i vertikální diferenciaci prostoru.
- Fáze dokončení, kde se zaměřujeme na dosažení vertikální samostatnosti zbývajících skupin nebo hloučků (SCHÜTZ 2001).

Z důvodů minimalizace ztrát produkce se většinou doporučuje zahájení přestavby porostu po dosažení 70 let věku, kdy už z předčasně vytěžených stromů lze získat zpeněžitelné sortimenty. Přestavba zahájená v mladších porostech není zcela finančně rentabilní, ale je možné ve srovnatelném časovém intervalu dosáhnout příznivější věkové a tloušťkové diferenciaci (SOUČEK 2003). Samotný začátek přestavby má spíše charakter pozvolné a nahodilé clonné obnovní seče s využitím přírůstového potenciálu kvalitních stromů, kdy se v porostu vytvářejí mezery pro přirozenou nebo umělou obnovu. V případě, kdy porost už má vhodnou druhovou skladbu nebo kdy je

horní etáž tvořena kvalitními jedinci můžeme využít přirozenou obnovu, ale u přestavby nevhodné smrkové monokultury musíme do podrostu vnášet podsadbou další druhy dřevin, nejčastěji jedli a buk. Postupným odrůstáním nových jedinců se vytváří druhá spodní etáž (SOUČEK, TESARŮ 2008). Základní princip přestavby spočívá v častých a mírných zásazích do porostu s cílem uvolnění kvalitních stromů (pozitivní výběr) a postupném dosažení odpovídající věkové, výškové a tloušťkové rozrůzněnosti. Častými zásahy se vytváří systém nových východisek obnovy. Musíme si také uvědomit, že při těžbě stromů horní etáže (původního porostu) nesmíme postupovat neuváženě, ale brát ohled na aktuální stav porostu nebo vyvážené rozestoupení stromů na ploše. V pokročilejší fázi přestavby, kdy spodní etáž je už plně odrostlá a tloušťky stromů ve výčetní výšce překračují „hranici“ 7 cm je vhodné přistoupit k tloušťkové inventarizaci porostu. Porovnáním výsledných četností stromů v jednotlivých tloušťkových stupních s modelovou křivkou podle Liocourta nebo Mayera, můžeme objektivně stanovit, jaké tloušťkové stupně máme ve výchovných těžbách upřednostňovat nebo podporovat. Těmito výchovnými zásahy postupně upravujeme porostní strukturu tak, aby přibližně odpovídala struktuře výběrného lese.

Výše těžeb při přestavbě porostu není, jak by se zdálo, vyrovnaný, ale kolísá. V prvních fázích, kdy uvolňujeme porost, je vytěžený objem větší než v následných těžbách, kde je zase nedostatek zralých stromů. Teprve v posledních fázích, kdy jedinci už začínají dorůstat cílových tlouštěk, se výše těžby začíná vyrovnávat a přibližovat produkční schopnosti stanoviště (SOUČEK 2003).

Přestavbou holosečného lesa na les výběrný se také zabýval Reininger (dlouholetý lesní hospodář revíru Schlägl), který se začátkem přestavby spojil konec holosečných sečí. Ve výchově preferoval pozitivní výběr kvalitních jedinců, čímž sledoval rozvoj přirozené dynamiky lesa. Dalšími zásahy uvolňoval porostní zápoj, tak aby velkoplošně podpořil přirozenou obnovu a tím vytvořil druhou etáž. Přibližně po 20 letech nastává stabilizace objemu těžby spolu se statickou stabilitou porostu. Po uplynutí dalších 20 let se v porostu nevyskytují samostatné skupiny stromů druhých a třetích věkových tříd a začíná se projevovat autoredukční schopnost porostu, tedy není nutné podrost vychovávat. Za 60 let od zahájení přestavby má porost dvouetážovou strukturu, která zajišťuje dlouhodobou a trvalou produkci. Při dosažení vyrovnané zásoby a těžby se téměř ve všech porostech objevuje přirozené zmlazení. Správnost svých tvrzení dokumentoval na porostu Hirschlacke ve Schläglu (KOZEL 2006).

Za určitý nedostatek této problematiky můžeme považovat, že máme poměrně málo poznatků zaměřených na pozdější fáze přestavby. Například souvislost mezi konstantní porostní zásobou a počtem stromů v jednotlivých tloušťkových stupních nebo

vhodném druhovém složení pro dosažení stabilních a bohatě diferenciovaných porostů. Převážná většina výzkumů se zaměřuje spíše na počáteční fáze přestavby a procesy s tím spojené. Jedna z mála prací, která zkoumá vliv výběrného způsobu na vývoj smíšených a strukturně diferenciovaných porostů 60 let po zahájení přestavby, vypracovali Cameron a Hands. Jejich práce také hodnotí, zda dochází k dostatečné přirozené obnově požadovaných druhů dřevin. Výsledky ukazují, že v důsledku posledního silného zásahu došlo k razantnímu poklesu počtu stromů v nižších tloušťkových stupních, zato ale k výraznému nárůstu přirozené obnovy (CAMERON, HANDS 2010). Přesto můžeme nalézt výjimky, převážně ve švýcarských lesích, kde se vyskytuje několik porostů v pokročilé fázi přestavby nebo dokonce i samotné výběrné lesy. Také zde se doporučuje začátek přestavby směřovat do 60 až 70 let starých porostů s uplatněním velmi dlouhé doby, v některých případech dokonce až 100 let, pro celkovou přestavbu (SCHÜTZ 2001).

Porosty ve fázi přestavby v ČR

Na našem území výběrný les, tak jak ho chápeme, v podstatě neexistuje, i když byl často a opakovaně propagován. Důvodem je poměrně značná náročnost tohoto způsobu hospodaření pro lesního hospodáře. Někteří lesní hospodáři se ale snaží nebo snažili tento způsob podpořit nebo zkoumat, proto můžeme v našich lesích najít aspoň pár porostů v různých fázích přestavby.

Rozvinuté ukázky přestavovaných porostů se zejména nacházejí na Školním lesním podniku ve Křtinách na Moravě. Zde tyto porosty slouží hlavně výzkumným a výukovým účelům. Další lokality, kde zůstala zachována struktura lesu blízká výběrnému, jsou selské lesy v Beskydech. V těchto lesích je také dostatečné zastoupení jedle bělokoré. Hospodaření výběrným způsobem na ostatních lokalitách bylo buď přerušeno nebo zatím probíhá krátkou dobu (SOUČEK 2003).

4. Metodika

Sběr dat probíhal na třech trvalých výzkumných plochách v porostu 11 C 13 na Školním lesním podniku v Kostelci nad Černými lesy, konkrétně u obce Jevany. Po ukončení terénních prací a jejich zpracování se přistoupilo k porovnání všech zaznamenaných dendrometrických veličin s údaji naměřených v předcházejících inventarizacích. Následně se vyhodnotil produkční potenciál a myštní zralost každého stromu horní etáže. Dále se vyhodnotila produkce porostu na jednotlivých trvalých výzkumných plochách, vývoj struktury a druhového složení, a také autoredukční schopnost v nejnižších etážích.

4.1. Porost 11 C 13

Porost leží na mírném severovýchodním svahu nad rybníkem Švýcar a Jan v přibližné nadmořské výšce 400 až 420 m n. m. Tento porost se nachází na severní okraj NPR Voděradské bučiny.

Podloží je tvořené granodioritem (říčanská žula), s typicky mezotrofními až oligotrofními hnědými půdami. Tyto půdy jsou bohaté na živiny s dostatečnou pufrací schopností a také s trvalou vlhkostí. Z těchto důvodů jsou zde z fyziologického hlediska vytvořeny velmi příznivé produkční faktory (REMEŠ 2003).

V tomto porostu se dále nacházejí tři trvalé výzkumné plochy a devět monitorovacích ploch. První výzkumná plocha, která je současně největší má výměru 4 492 m², druhá pak 2 636 m² a poslední třetí plocha má výměru 2 302 m². Monitorovací plochy jsou součástí trvalých výzkumných ploch a mají rozlohu 16 m², tedy 4 x 4 m. V první výzkumné ploše se nachází tři monitorovací plochy s označením E, F a CH. Ve druhé výzkumné ploše se nalézají také tři monitorovací plochy s označením C, D, H a poslední třetí výzkumná plocha má monitorovací plochy s označením A, B a G. Tyto údaje jsou velmi důležité a potřebné pro přesný přepočet na „základní“ lesnickou, plošnou jednotku, a to je 1 ha.

4.2. Terénní sběr dat

Samotný sběr informací probíhal ve třech fázích. V první fázi se provedla inventarizace horní etáže, kde se u každého označeného jedince zaznamenala výčetní tloušťka a druhová příslušnost. Výška horní etáže se neměřila, ale byla vypočítána podle vyrovnané logaritmické křivky v tabulkovém procesoru Excel. Tento postup byl zvolen na základě dvou názorů. Zaprvé, aby nedocházelo ke zkreslení rozdílů výšek při následném porovnávání z předchozí inventarizace provedené jiným měřicím, k čemuž došlo před poměrně krátkou dobou, za kterou se v tomto věku výška významněji nemění,

a také provedené možným odlišným postupem. Zadruhé, jak už bylo naznačeno v kapitole 3.2.5. (Objektivizace výběru stromů v obnovní těžbě), u starých stromů dochází jen k poměrně malému výškovému přírůstu.

V druhé fázi se přistoupilo k inventarizaci spodní etáže. Zde se zaznamenávala druhová příslušnost, výčetní tloušťka, výška a výška nasazení koruny každého označeného stromu z předchozí inventarizace. Následně byly vyhledány a označeny pořadovým číslem další noví jedinci, kterým se za uplynulé období podařilo dorůst do kmenoviny (výčetní tloušťka nad 7 cm), také i jim byly změřeny a zaznamenány všechny důležité dendrometrické veličiny.

V poslední fázi se provedla inventarizace stromů v nejnižších etážích na celkem 9 monitorovacích plochách o rozloze 16 m². Na těchto plochách se zaznamenávala druhová příslušnost, tloušťka kořenového krčku, výška a zdravotní stav (živý nebo mrtvý) každého jedince.

4.2.1. Měření tlouštěk a výšek stromů

Měření výčetních tlouštěk, popřípadě krčků, bylo provedeno pomocí milimetrové průměrky s přesností na jeden milimetr. Při měření touto pomůckou, ale nesmíme zapomenout na dodržení několika zásad, aby naměřené údaje odpovídaly skutečnosti. Tyto všeobecné zásady a postupy vycházely z práce publikované Šmelkem. Za všeobecné pravidlo u měření tlouštěk platí, že tloušťku stromu měříme dvěma na sebe kolmými měřeními vždy ve výčetní (prsni výšce), tedy ve výšce 1,3 metru nad zemí. Z výsledků těchto dvou měření se následně vypočítá aritmetický průměr a stanoví se konečná tloušťka stromu. Určení správné tloušťky je velmi důležité, protože se z této hodnoty dále počítá plocha kruhové základny. Ve vzorci pro kruhovou základnu se tloušťka umocňuje na druhou ($d_{1,3}^2$), proto se umocňují i námi naměřená chyby.

Výšky se v této diplomové práci měřily pomocí ultrazvukového výškoměru (s přesností 0,1 m), z důvodů husté mlaziny, která se zde vyskytuje. Také i zde postup a zásady měření výšek stromů vycházejí z práce publikované Šmelkem. Hlavní zásadou při měření výšek je dodržení dostatečné vzdálenosti od měřeného stromu, pro lepší zacílení na jeho vrchol (ŠMELKO 2000).

4.3. Postup vyhodnocení naměřených dat

Každá dřevina, porostní etáž a trvalá výzkumná plocha se vyhodnocovala zvlášť a také dohromady jako celek. Všechna naměřená data a data z minulých měření byla zpracována v tabulkovém procesoru Excel od společnosti Microsoft, popřípadě v statisticky vyhodnoceny v programu STATISTICA 12.

Objemy jednotlivých stromů byly vypočítány pomocí objemových rovnic od Petráše a Pajtíka (1991) pro každou dřevinu zvlášť. Do těchto vzorců, kromě různých parametrů modelů, vstupovaly v podstatě jen dvě proměnné, a to výčetní tloušťka a výška. Veškeré objemy byly počítány s kůrou. Tady je dobré připomenout, že výšky horní etáže v posledním měření nebyly měřeny přímo, ale dopočítány pro každou výzkumnou plochu zvlášť pomocí funkce vyrovnávací logaritmické křivky pro každou dřevinu zvlášť. Výjimky tvořily pouze dřeviny, které nebyly v etáži dostatečně zastoupeny, například modřín opadavý na první ploše, jedle bělokorá na druhé ploše, borovice lesní a modřín opadavý na třetí ploše. Pro tyto dřeviny se výšky použily pomocí funkce smrku ztepilého.

Výčetní kruhová základna byla počítána u jednotlivých stromů pomocí jednoduchého vzorce pro výpočet obsahu kruhu. Tato dendrometrická veličina je velmi důležitá, protože přesněji určuje zastoupení jednotlivých dřevin v porostu, popřípadě v etáži. Výhodou této veličiny je, že do vzorce vstupuje pouze jediná proměnná, a to výčetní tloušťka vypočítaná dvěma na sebe kolmými měřeními. Kruhovou základnu vypočítáme pomocí tohoto vzorce.

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

ve vzorci $d_{1,3}$ - výčetní tloušťka (m)

Pro výstižnější vyjádření tloušťkového, objemového přírůstu nebo přírůstu na kruhové základně se přistoupilo k procentickému namísto absolutnímu vyjádření. Tato veličina udává, o kolik procent jednotliví jedinci zvýšili svoje přírůsty za uplynulé období. Přírůstové procento se vypočítá pomocí tohoto jednoduchého vzorce.

$$i (\%) = \frac{y_2 - y_1}{y_1} \times 100$$

ve vzorci y_1 - počáteční (minulá) tloušťka, objem nebo plocha kruhové základny
 y_2 - konečná (současná) tloušťka, objem nebo plocha kruhové základny

Další dendrometrická veličina, která se v této diplomové práci počítala pro každý strom samostatně je štíhlostní kvocient. Tato veličina charakterizuje vztah mezi výškou stromu a jeho výčetní tloušťkou. Štíhlostní kvocient je dobrým ukazatelem mechanické stability stromu proti působení abiotických škodlivých činitelů. Čím je výsledná hodnota vyšší, tím je jedinec stabilnější a opačně. Štíhlostní kvocient se vypočítá pomocí tohoto jednoduchého vztahu.

$$\check{K} = \frac{h}{d_{1,3}}$$

ve vzorci h - výška stromu (m)

$d_{1,3}$ - výčetní tloušťka (m)

Také byl pro každého jedince horní etáže samostatně vypočítán celkový běžný přírůst (CBP) a celkový průměrný přírůst (CPP). Tyto druhy přírůstů nebyly počítány pouze z objemu, ale také z kruhové základny. Je potřeba připomenout, že pro přesný výpočet CBP potřebujeme znát přesný počet uplynulých vegetačních období od předchozí inventarizace. Inventarizace horní etáže použita pro výpočet v této práci proběhla 1. 9. 2006, tedy po ukončení vegetačního období. Další měření proběhlo 13. 4. 2012, tedy před zahájením vegetačního období. Poslední měření se uskutečnilo na přelomu listopadu a prosince 2016, tedy mezi jednotlivými inventarizacemi byl pokaždé odstup pěti vegetačních dob. Podobně musíme uvažovat při výpočtu CPP, kdy pro přesné stanovení průměrného přírůstu potřebujeme znát věk každého stromu. Tato veličina byla už v minulosti zjištěna pomocí dendrochronologických vývrtů. Pro jednoduchost se ale pro celou horní etáž, použil pouze výsledný průměrný věk, který v současnosti činí 127 let. Rozdíly mezi CBP a CPP naznačují, zdali jsou jednotlivé stromy před kulminací, nebo po kulminaci. Tedy napomáhají stanovit mýtní zralost stromu. Jeli CBP menší než CPP je načase strom vytěžit. Postup jejich výpočtu najdeme v kapitole 3.2.5. Objektivizace výběru stromů v obnovní těžbě.

Výšková struktura byla vyhodnocena pomocí výškového histogramu, kde každý interval má hodnotu 2 m a je označen střední hodnotou intervalu, například do výškového intervalu 10 spadají všichni jedinci s výškou od 9 m do 11 m s tím, že strom o výšce 11,0 m už patří do vyššího stupně (9; 11). První výškový interval má hodnotu 6.

Vyhodnocení tloušťkové struktury jednotlivých výzkumných ploch bylo v této diplomové práci provedeno pomocí tloušťkových histogramů. Z praktických důvodů se zvolila velikost intervalu 2 cm. Tento interval se nazývá tloušťkový stupeň a je označen střední hodnotou intervalu, například tloušťkový stupeň 14 má rozmezí od 13 cm do 15 cm s tím, že strom o výčetní tloušťce 15,0 cm už spadá do vyššího stupně (13; 15). Výjimku tvoří pouze první dva tloušťkové stupně, které mají interval pouze jeden cm, například tloušťkový stupeň 7 s intervalem (7; 8). Tato „jemnější“ stupnice vhodněji a přehledněji zachycuje strukturu výzkumné plochy. Nevýhodou takto upravené stupnice je fakt, že takovýto graf je zatížen zkreslením.

Mezi statistické zpracování naměřených údajů patří v této diplomové práci základní popisná statistika, regresní analýzy, které „odhalují“ závislosti náhodných

veličin, případně byla použita jednofaktorová parametrická analýza rozptylu, neboli ANOVA pro porovnávání rozdílů hodnocených veličin mezi výzkumnými plochami. V popisné statistice nalezneme základní míry polohy a variability, průměr, medián, modus, minimum, maximum, rozptyl, směrodatnou odchylku, variační koeficient, šikmost (nesouměrnost) a špičatost. Jednofaktorová parametrické analýza rozptylu (ANOVA) je poměrně složitá statistická metoda, která dokáže porovnávat mezi sebou tři i více výběrů. Tento test pomáhá odhalit podobnosti nebo rozdíly mezi jednotlivými výzkumnými plochami. ANOVA testuje následující hypotézu: $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$, tedy všechny tři výzkumné plochy jsou podobné. Pro posouzení statistické významnosti těchto rozdílů byl použit Tukeyho metoda mnohonásobného porovnání, která udává každému rozdílu číselnou hodnotu. Tyto analýzy se nevyhodnocovaly pro jednotlivé trvalé výzkumné plochy zvlášť, ale hodnotily se společně. Výzkumné plochy totiž nejsou příliš vzdáleny od sebe (cirka 50 m), tedy všichni jedinci rostou na stejném stanovišti. Jednotlivými analýzami byl vyhodnocen pouze smrk ztepilý, který je hlavní dřevinou všech výzkumných ploch. Data ostatních dřevin, která se v porostu 11 C 13 vyskytují, nebyly do těchto analýz zahrnuty, aby nedošlo ke zkreslení výsledků. Výjimku tvoří pouze regresní analýza zmlazení, která vyhodnocuje závislost mezi výškou stromů a jeho štíhlostním kvocientem, tedy jeho mechanickou stabilitou. V tomto případě byla vyhodnocena společná korelace ze všech jedinců nacházejících se na monitorovacích plochách s označením E, F, D, H, A a B. Všechny statistické analýzy byly vypočítány z údajů naměřených v poslední inventarizaci, tedy z konce roku 2016.

Základní dendrometrické veličiny byly stanoveny pro každou dřevinu, etáž a také pro celou trvalou výzkumnou plochu pomocí aritmetického průměru. Tato statistická veličina se vypočítá pomocí tohoto jednoduchého vzorce.

$$\bar{x} = \frac{(x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)}{n} = \frac{\sum x_i}{n}$$

ve vzorci x - hodnota (například tloušťka, výška atd.)
 n - počet hodnot

Rozptyl byl vypočítán pomocí následujícího vzorce.

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

ve vzorci x - hodnota (například tloušťka, výška atd.)
 n - počet hodnot
 \bar{x} - aritmetický průměr

Směrodatná odchylka je v podstatě druhá odmocnina z rozptylu a vypočítá se pomocí tohoto vzorce.

$$s_d = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

ve vzorci x - hodnota (například tloušťka, výška atd.)
 n - počet hodnot
 \bar{x} - aritmetický průměr

Variační koeficient vyjádřený v procentech byl vypočítán pomocí následujícího vzorce.

$$v (\%) = \frac{s_d}{\bar{x}} \times 100$$

ve vzorci s_d - směrodatná odchylka
 \bar{x} - aritmetický průměr

Šikmost nebo také nesouměrnost, vyjadřuje míru nevyváženosti v souboru dat a vypočítá se pomocí tohoto vzorce.

$$A = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n \times s_d^3}$$

ve vzorci x - hodnota (například tloušťka, výška atd.)
 n - počet hodnot
 \bar{x} - aritmetický průměr
 s_d - směrodatná odchylka

platí $A = 0$, soubor dat je rozložen souměrně
 $A > 0$, soubor dat má levostranné rozdělení
 $A < 0$, soubor dat má pravostranné rozdělení

Špičatost vyjadřuje míru koncentrace dat kolem určité hodnoty nebo skupiny hodnot a vypočítá se pomocí tohoto vzorce.

$$E = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^4}{n \times s_d^4}$$

ve vzorci x - hodnota (například tloušťka, výška atd.)

n - počet hodnot

\bar{x} - aritmetický průměr

s_d - směrodatná odchylka

platí $E = 0$, soubor dat je normálně zahroceny

$E > 0$, soubor dat má špičaté zahrocení

$E < 0$, soubor dat má ploché zahrocení

5. Výsledky

Trvalé výzkumné plochy byly založeny v roce 1996, kdy se přistoupilo k výzkumu a přesnému řízení přestavby jednoetážového porostu na druhově a tloušťkově diferenciováný porost. V této době byl porost tvořen pouze horní etáží a přirozeným zmlazením. Následně v roce 2012 už někteří jedinci začali dorůstat do registrační tloušťky, tedy do tloušťky 7 cm ve výčetní výšce. V současnosti (2016) můžeme konstatovat, že na těchto plochách je plně rozvinutá spodní etáž. Je také vhodné zde zmínit, že mezi jednotlivými inventarizacemi proběhla vždy těžba vybraných stromů.

5.1. Trvalá výzkumná plocha č. 1

Horní etáž je převážně tvořena smrkem ztepilým, poté následuje jedle bělokorá a modřín opadavý. Smrk je dominantní dřevinou na každé zkusné ploše a v každé porostní etáži. Ve spodní etáži se už začínají objevovat i listnaté dřeviny, buk lesní a dub zimní.

Tabulka 1: Vývoj základních porostních veličiny horní etáže (plocha č. 1).

Vývoj dendrometrických veličin horní etáže					
Dřevina	Rok	SM	JD	MD	Celkem
Četnost (ks)	2006	82	15	1	98
	2012	77	15	1	93
	2016	75	14	1	90
Četnost (ks/ha)	2006	183	33	2	218
	2012	171	33	2	206
	2016	167	31	2	200
Průměrná tloušťka (cm)	2006	46,10	41,76	40,00	45,37
	2012	47,63	44,01	42,15	46,98
	2016	48,70	46,69	43,25	48,33
Průměrná tloušťka z kruhové základny (cm)	2006	47,23	42,29	40,00	46,43
	2012	48,69	44,54	42,15	47,98
	2016	49,81	47,28	43,25	49,36
Průměrná výška (m)	2006	34,31	30,87	29,90	33,73
	2012	35,95	31,71	35,90	35,26
	2016	36,13	31,98	35,36	35,47
Průměrná kruhová základna (m ²)	2006	0,1752	0,1404	0,1257	0,1693
	2012	0,1862	0,1558	0,1395	0,1808
	2016	0,1949	0,1755	0,1469	0,1913
Kruhová základna (m ² /ha)	2006	31,98	4,69	0,28	36,95
	2012	31,92	5,20	0,31	37,43
	2016	32,53	5,47	0,33	38,33
Průměrný objem s kůrou (m ³ s k.)	2006	2,60	2,07	1,62	2,50
	2012	2,88	2,33	2,20	2,78
	2016	3,03	2,62	2,26	2,96
Zásoba hroubí s kůrou (m ³ s k./ha)	2006	473,78	68,99	3,61	546,38
	2012	493,37	77,87	4,90	576,14
	2016	505,25	81,77	5,03	592,05

Z rozdílů mezi jednotlivými inventarizacemi můžeme vidět, že i při mírné výběrné těžbě, zásoba horní etáže stále roste a s ní i jednotlivé průměrné dendrometrické veličiny. Mezi lety 2006 a 2012 bylo odstraněno celkem pět smrků o objemu 10,51 m³ s kůrou a zásoba se za uplynulé období přesto zvýšila o 13,37 m³ s kůrou, tedy celkový běžný objemová přírůst, plochy č. 1, činila 4,78 m³ za rok. Vztaženo na jeden hektar v horní etáži průměrně přirostlo 10,63 m³ za jeden rok. Zde je nutno připomenout, že bohužel není známý přesný celkový objem stromů v době těžby, tedy výsledné přírůsty mohou být mírně podhodnoceny. Podobně je tomu i mezi lety 2012 a 2016, kdy byly vytěženy dva smrky a jedna jedle o celkovém objemu 10,46 m³ a zásoba porostu se zvýšila o 7,15 m³. Celkový běžný objemová přírůst činí 3,52 m³ ročně, přepočteno na jeden hektar 7,84 m³ ročně. Následující tabulka ukazuje, jak se v čase vyvíjela spodní etáž, která se začala teprve objevovat mezi lety 2006 a 2012.

Tabulka 2: Vývoj základních porostních veličin spodní etáže (plocha č. 1).

Vývoj dendrometrických veličin spodní etáže								
Dřevina	Rok	SM	BK	DB	JD	HB	BŘ	Celkem
Četnost (ks)	2012	78	13	3	-	-	-	94
	2016	145	30	6	2	2	1	186
Četnost (ks/ha)	2012	174	29	7	-	-	-	210
	2016	323	67	13	4	4	2	413
Průměrná tloušťka (cm)	2012	8,22	8,20	8,57	-	-	-	8,23
	2016	8,56	8,91	8,57	7,43	7,35	7,60	8,59
Průměrná tloušťka z kruhové základny (cm)	2012	8,28	8,24	8,63	-	-	-	8,28
	2016	8,66	9,03	8,68	7,43	7,35	7,60	8,69
Průměrná výška (m)	2012	9,17	9,22	10,30	-	-	-	9,21
	2016	8,94	10,68	9,33	7,10	8,75	10,20	9,22
Průměrná kruhová základna (m ²)	2012	0,0054	0,053	0,0058	-	-	-	0,0054
	2016	0,0059	0,0064	0,0059	0,0044	0,0043	0,0045	0,0059
Kruhová základna (m ² /ha)	2012	0,93	0,15	0,04	-	-	-	1,12
	2016	1,90	0,43	0,08	0,02	0,02	0,01	2,46
Průměrný objem s kůrou (m ³ s k.)	2012	0,02	0,02	0,02	-	-	-	0,02
	2016	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03
Zásoba hroubí s kůrou (m ³ s k./ha)	2012	3,85	0,62	0,16	-	-	-	4,63
	2016	8,01	2,11	0,27	0,04	0,04	0,02	10,49

Z porovnání můžeme vyčíst, že se četnost jedinců ve spodní etáži za pouhých pět vegetačních období téměř zdvojnásobila. Lze usuzovat, že v blízké budoucnosti tento nárůst se ještě zvýší. Během terénního sběru bylo nalezeno ještě poměrně dost jedinců, jejichž výčetní tloušťka byla těsně pod registrační hranicí, nejčastěji se jednalo o smrky a jedle. Z porovnání rozdílných výsledných objemů můžeme také vypočítat roční objemová přírůst v této etáži, který činí 0,53 m³ s kůrou, přepočteno na jeden hektar je to pak 1,18 m³. Následující tabulka podrobně ukazuje roční objemové přírůsty každé

dřeviny horní i spodní etáže dohromady. Pojmem Os. lis. (ostatní listnaté dřeviny), pro tuto výzkumnou plochu, sdružuje habr a břízu.

Tabulka 3: Vývoj běžného ročního objemového přírůstu během měřených období (plocha č. 1).

Běžný roční objemový přírůst (m ³ s k./ha)		
Dřevina	2006 - 2012	2012 - 2016
SM	9,37	6,89
JD	1,78	1,76
MD	0,26	0,03
BK	0,12	0,30
DB	0,03	0,02
Os. lis.	0,00	0,01
Celkem	11,56	9,01

Z tabulky je patrné, že se za posledních pět vegetačních období celkový roční objemový přírůst v průměru snížil o 2,55 m³ s k./ha, což může indikovat příliš vysokou zásobu a nutnost zvýšit intenzitu výběrné těžby.

5.1.1. Vývoj zastoupení dřevin

V této diplomové práci se zastoupení počítalo třemi různými způsoby. První zastoupení vychází z poměru četností druhů, druhé z poměru kruhové základny a třetí z poměru zásoby, které jednotlivé druhy vytvořily. Za uplynulých deset let se na první ploše v horní etáži zastoupení dřevin příliš neměnilo. Naproti tomu ve spodní etáži je možno vidět, za uplynulých pět let, nárůst zastoupení stín snášejších dřevin, převážně buku lesního. Následující grafy ukazují postupný vývoj zastoupení jednotlivých dřevin na této ploše. Pojem Os. lis. (ostatní listnaté dřeviny) zahrnuje habr a břízu.

Tabulka 4: Vývoj zastoupení dřevin v horní etáži v procentech (plocha č. 1).

Vývoj zastoupení v horní etáži (%)				
Zastoupení	Rok	SM	JD	MD
Četnost	2006	83,67	15,31	1,02
	2012	82,79	16,13	1,08
	2016	83,33	15,56	1,11
Kruhová základna	2006	86,55	12,69	0,76
	2012	85,27	13,90	0,83
	2016	84,88	14,27	0,85
Objem	2006	86,71	12,63	0,66
	2012	85,63	13,52	0,85
	2016	85,34	13,81	0,85

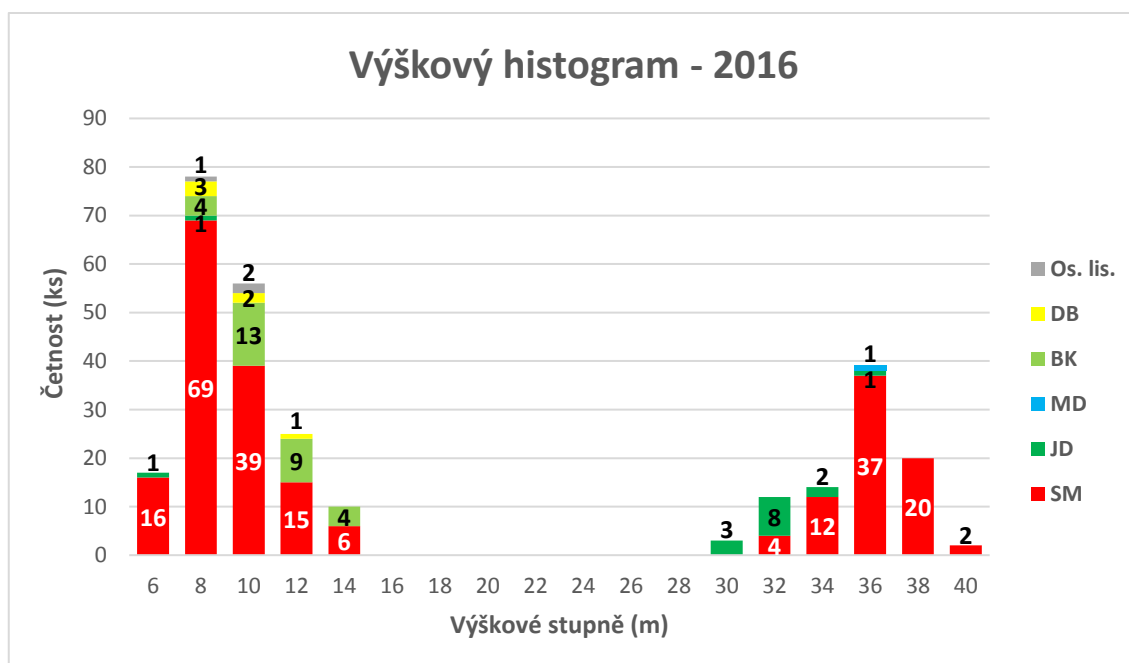
Tabulka 5: Vývoj zastoupení dřevin ve spodní etáži v procentech (plocha č. 1).

Vývoj zastoupení ve spodní etáži (%)							
Zastoupení	Rok	SM	BK	DB	JD	HB	BŘ
Četnost	2012	82,98	13,83	3,19	-	-	-
	2016	77,95	16,13	3,22	1,08	1,08	0,54
Kruhová základna	2012	82,87	13,68	3,45	-	-	-
	2016	77,41	17,41	3,22	0,78	0,77	0,41
Objem	2012	83,50	13,32	3,18	-	-	-
	2016	76,21	20,03	2,62	0,50	0,34	0,30

Porovnáním zastoupení horní etáže mezi sebou, lze zcela jasně vidět, že dřeviny jsou poměrně konstantní, jen jedle v důsledku těžby smrku mírně zvyšuje svoje zastoupení. Ve spodní etáži neproběhla žádná těžba, přesto je patrné, že buk na úkor smrku zvyšuje svoje zastoupení v porostu.

5.1.2. Vývoj prostorové struktury na výzkumné ploše

Výšková struktura je charakterizována rozložením ve výškovém histogramu, kde všechny výškové stupně mají hodnotu 2 m. Následující výškový histogram (graf 1) znázorňuje výškovou strukturu výzkumné plochy v posledním roce měření, tedy přelom podzimu a zimy 2016. Z grafu jasně vyplývá, že se zatím jedná o dvouetážový porost.



Graf 1: Histogram četností výškových tříd, jednotlivých dřevin v roce 2016 (plocha č. 1).

Základní popisná statistika výšek horní etáže je prezentována v následujících tabulkách číslo 6 a 7.

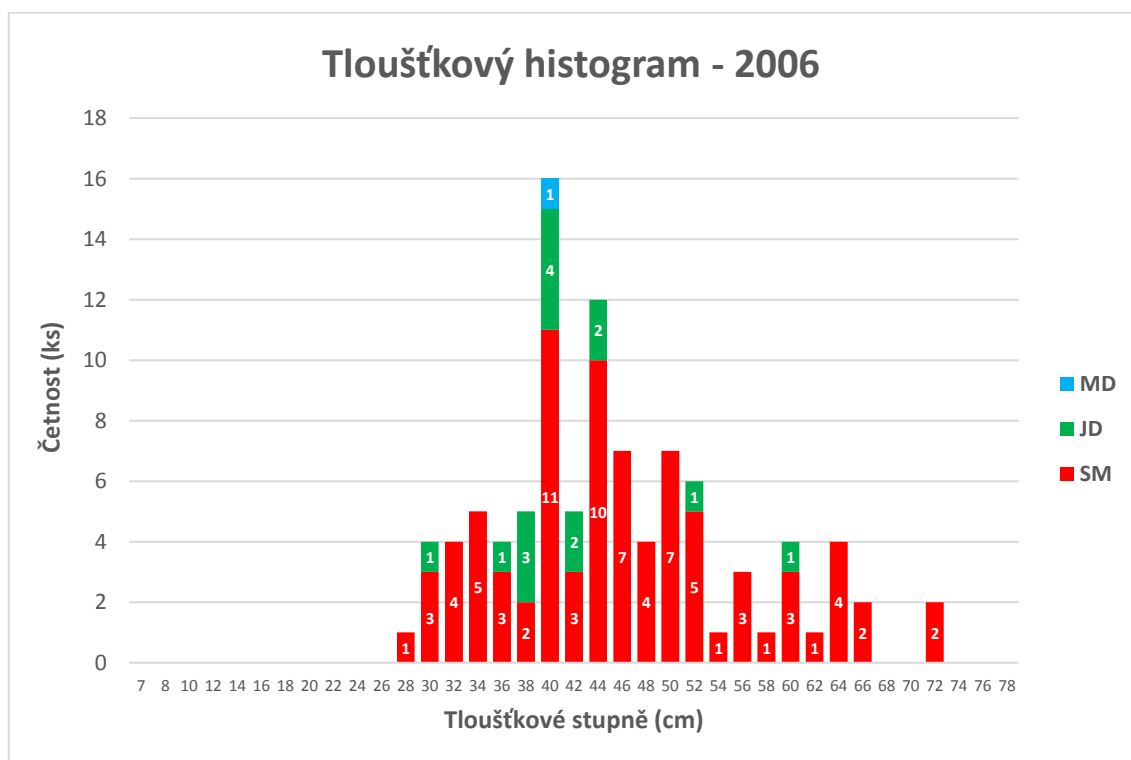
Tabulka 6: Popisná statistika výšek stromů horní etáže z roku 2016.

Popisná statistika horní etáže (graf 1)			
Průměr	35,47	Rozptyl	5,071434
Medián	35,81	Směrodatná odchylka	2,251984
Modus	Vícena. (2)	Variační koeficient	6,348206
Minimum	29,35	Šikmost	-0,495600
Maximum	39,99	Špičatost	-0,064619

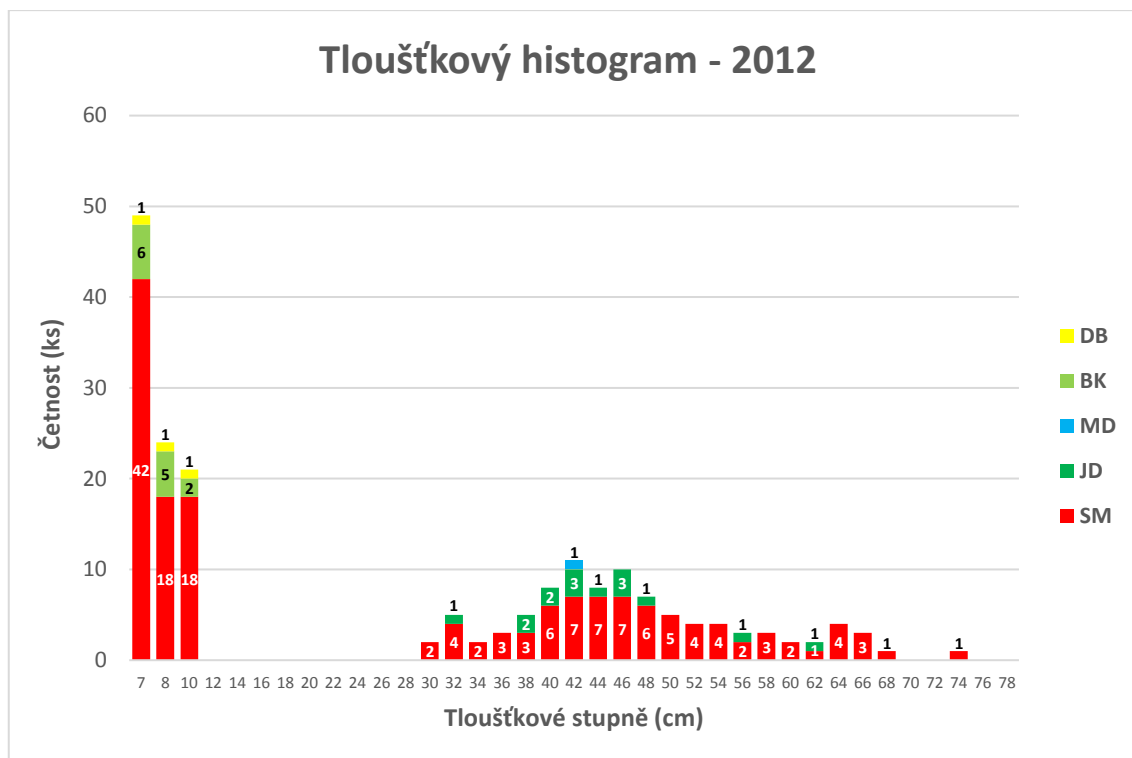
Tabulka 7: Popisná statistika výšek stromů spodní etáže z roku 2016.

Popisná statistika spodní etáže (graf 1)			
Průměr	9,22	Rozptyl	3,728261
Medián	8,90	Směrodatná odchylka	1,930870
Modus	10,2 (8)	Variační koeficient	20,94000
Minimum	5,70	Šikmost	0,636068
Maximum	14,90	Špičatost	-0,163922

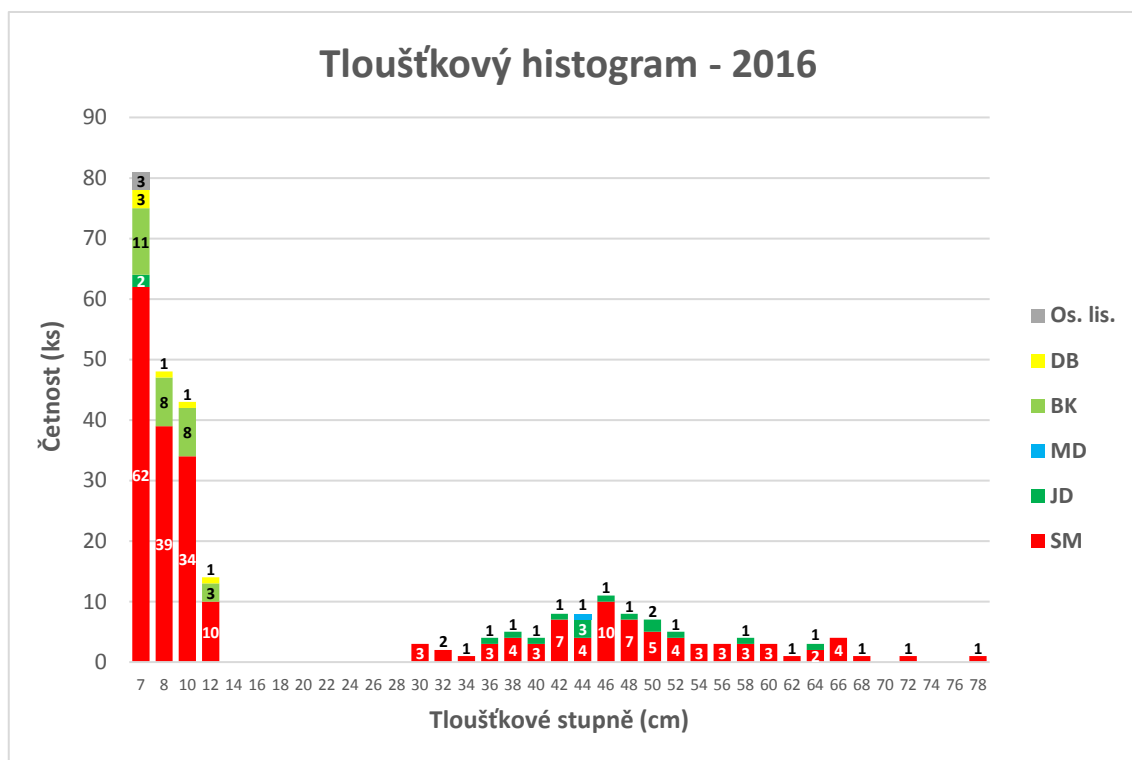
Pro vyjádření vývoje tloušťkové struktury byly použity tloušťkové histogramy, tedy rozdělení jednotlivých dřevin podle četností do tloušťkových stupňů. Každý tloušťkový stupeň má hodnotu 2 cm, výjimku tvoří pouze první dva stupně (7 a 8) s intervalem pouze jeden cm. Tato „jemnější“ stupnice vhodněji a přehledněji zachycuje strukturu výzkumné plochy, ale nesmíme zapomenout, že takovýto graf je zatížen zkreslením.



Graf 2: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2006 (plocha č. 1).



Graf 3: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2012 (plocha č. 1).



Graf 4: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2016 (plocha č. 1).

Porovnáním předcházejících tloušťkových histogramů můžeme jasně vidět, jak se za uplynulých 10 let horní etáž posouvá mírně doprava a s jakou intenzitou, v jakém počtu a v jakém druhovém složení nastupuje spodní etáž. Je zajímavé, že dominantní dřevinou ve spodní etáži je stále smrk a jedle má pouze dva zástupce. Ve spodní etáži

se také dobře růstově prosazuje buk, který má druhé nejvyšší zastoupení. Další dřeviny, které se zde vyskytují, jsou dub, habr a bříza. Popisné statistiky jednotlivých tloušťkových histogramů (graf 2, 3 a 4) jsou prezentovány v tabulkách číslo 8 a 9, kde můžeme nalézt základní míry polohy a variability.

Tabulka 8: Popisná statistika výčetních tlouštěk horní etáže z roku 2006, 2012 a 2016.

Popisná statistika horní etáže (graf 2)			
Průměr	45,38	Rozptyl	98,26146
Medián	43,85	Směrodatná odchylka	9,912692
Modus	Vícen. (2)	Variační koeficient	21,84615
Minimum	27,70	Šikmost	0,634725
Maximum	71,45	Špičatost	-0,077904
Popisná statistika horní etáže (graf 3)			
Průměr	46,98	Rozptyl	95,52075
Medián	45,70	Směrodatná odchylka	9,773472
Modus	Vícen. (2)	Variační koeficient	20,80128
Minimum	29,15	Šikmost	0,533045
Maximum	74,45	Špičatost	-0,113416
Popisná statistika horní etáže (graf 4)			
Průměr	48,33	Rozptyl	99,01449
Medián	46,93	Směrodatná odchylka	9,950603
Modus	Vícen. (2)	Variační koeficient	20,58935
Minimum	29,90	Šikmost	0,515670
Maximum	77,10	Špičatost	0,026547

Tabulka 9: Popisná statistika výčetních tlouštěk spodní etáže z roku 2012 a 2016.

Popisná statistika spodní etáže (graf 3)			
Průměr	8,23	Rozptyl	0,944227
Medián	7,93	Směrodatná odchylka	0,971713
Modus	7,4 (8)	Variační koeficient	11,81032
Minimum	7,05	Šikmost	1,093021
Maximum	10,95	Špičatost	0,582332
Popisná statistika spodní etáže (graf 4)			
Průměr	8,59	Rozptyl	1,828208
Medián	8,23	Směrodatná odchylka	1,352112
Modus	7,5 (8)	Variační koeficient	15,74192
Minimum	7,00	Šikmost	1,041143
Maximum	12,80	Špičatost	0,451826

5.1.3. Mýtní zralost jedinců v horní etáži

Mýtní zralost se v této práci posuzovala podle přírůstového kritéria profesora Polena, tedy podle kulminace průměrného přírůstu každého stromu. Přičemž jako určující byly považována kulminace průměrného ročního přírůstu na kruhové základně. Následující tabulka (tabulka 7) popisuje jednotlivé jedince, kteří mají celkový průměrný

přírůst vyšší než celkový běžný přírůst. Tito jedinci by se měli z prostu vytěžit, aby uvolnili prostor novým jedincům.

Tabulka 10: Jedinci po kulminaci a jejich základní dendrometrická charakteristika (plocha č. 1).

Mýtně zralí jedinci							
Číslo	Dřevina	Tloušťka (cm)	Výška (m)	Objem (m ³ s k.)	Kruhová zákla. (m ²)		Štíhlostní kvocient
					CBP	CPP	
3	SM	50,95	36,67	3,16	0,0008	0,0016	71,44
4	SM	35,25	33,72	1,49	0,0003	0,0008	93,90
11	SM	30,70	32,61	1,12	0,0000	0,0006	98,70
12	SM	42,75	35,26	2,21	0,0009	0,0011	77,19
20	SM	51,25	36,72	3,20	0,0010	0,0016	72,39
25	SM	37,05	34,12	1,65	0,0001	0,0008	90,15
26	SM	44,55	35,59	2,40	0,0012	0,0012	80,13
28	SM	51,50	36,76	3,51	0,0000	0,0017	75,73
34	JD	37,95	30,09	1,63	0,0008	0,0009	80,63
35	SM	48,65	36,30	2,87	0,0003	0,0015	74,41
38	SM	46,50	35,94	2,62	0,0002	0,0013	77,63
40	SM	30,75	32,62	1,12	0,0000	0,0006	100,81
43	SM	46,95	36,01	2,74	0,0000	0,0014	78,17
46	SM	49,20	36,39	2,94	0,0004	0,0015	73,58
47	SM	42,90	35,29	2,22	0,0009	0,0011	79,95
51	SM	40,95	34,92	2,10	0,0001	0,0010	88,40
54	SM	47,90	36,17	2,99	0,0000	0,0014	79,33
56	SM	43,00	35,31	2,23	0,0008	0,0011	81,40
60	SM	43,60	35,42	2,30	0,0007	0,0012	81,19
64	JD	48,05	32,37	2,71	0,0014	0,0014	69,51
72	SM	46,90	36,01	2,74	0,0000	0,0014	76,97
73	SM	38,25	34,37	1,76	0,0008	0,0009	88,89
79	SM	65,95	38,74	5,34	0,0024	0,0027	55,65
82	SM	67,00	38,87	5,51	0,0010	0,0028	55,22
85	SM	45,65	35,79	2,52	0,0005	0,0013	78,86
91	SM	63,50	38,44	4,97	0,0000	0,0025	60,79
92	SM	54,70	37,24	3,65	0,0000	0,0019	66,73
98	SM	58,60	37,79	4,22	0,0016	0,0021	66,38
99	SM	50,55	36,61	3,11	0,0006	0,0016	72,80
Průměr	SM	47,24	35,91	2,84	0,0005	0,0014	77,66
	JD	43,00	31,23	2,17	0,0011	0,0012	75,07

Porovnáním výsledných průměrných hodnot jednotlivých veličin s průměrnými hodnotami stromů horní etáže si můžeme všimnout, že průměrná výčetní tloušťka mýtně zralých (47,24 cm) smrků je nižší o 1,46 cm než průměrná tloušťka všech smrků v horní etáži (48,70 cm). Stejně je to i s výškami a objemy mýtně zralých smrků, které jsou také v průměru nižší než v celé horní etáži. Výškový rozdíl činí 0,22 m a objemový rozdíl je 0,19 m³ s kůrou. Celkový objem mýtně zralých smrků je 76,69 m³ s kůrou a 4,34 m³

s kůrou mýtně zralých jedlí. Podobně na tom je i jedle, kde jsou rozdíly ještě patrnější. Výčetní tloušťka mýtně zralých jedlí (43,00 cm) je v průměru o 3,69 cm nižší než všech jedlí v horní etáži (46,69 cm). Výškový rozdíl činí 0,75 m a objemový rozdíl je 0,45 m³ s kůrou. Za povšimnutí také stojí, že mechanická stabilita stromů vyjádřená pomocí štíhlostního poměru je u zralých jedinců v průměru nízká, tedy jedná se o stabilní stromy.

5.1.4. Vývoj a růst přirozené obnovy

Pro potřeby sledování vývoje a růstů přirozené obnovy byly v roce 1996 na každé trvalé výzkumné ploše založeny tři monitorovací plochy o velikosti 16 m² (4 × 4 m). Hranice jednotlivých ploch byly v terénu vytyčeny pomocí dřevěných kolíků. Je dobré říci, že z některých sledovaných období chybí údaje nebo jsou neucelené. Na první trvalé výzkumné ploše se nacházejí monitorovací plochy s označením E, F a CH. Plocha CH pro nedostatek dat nebyla v této práci vyhodnocena.

Tabulka 11: Vliv autoredukce na zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově a hektarové počty na monitorovací ploše E (plocha č. 1).

Vývoj zastoupení a hektarové počty na monitorovací ploše E					
Dřevina	Zastoupení (%)				
	1996	2000	2005	2012	2016
SM	86,47	80,26	89,85	-	77,14
JD	2,26	3,95	4,35	-	8,57
BO	0,75	0,00	0,00	-	0,00
MD	0,75	0,00	0,00	-	0,00
BK	0,75	1,32	1,45	-	2,86
DB	0,00	1,32	1,45	-	0,00
OS	0,75	0,00	0,00	-	0,00
JŘ	8,27	13,15	2,90		11,43
Četnost (ks/ha)	83 125	47 500	43 125	-	21 875

Z tabulky 11 je zřejmé, že data z roku 2012 chybí. Je zde poměrně dobře viditelný postupný úbytek jedinců v každém inventarizačním období, tedy vliv autoredukce. Smrk je také i v přirozeném zmlazení stále dominantní dřevinou. Zastoupení jednotlivých dřevin na této monitorovací ploše nalezneme také v tabulce 11. Z porovnání jednotlivých let mezi sebou, s výjimkou roku 2012, vyplývá, že buk a jedle zvyšuje svoje zastoupení. Ve skutečnosti ale nedochází ke zvyšování počtu těchto dřevin, ale k postupnému odumírání jedinců ostatních dřevin.

Tabulka 12: Vliv autoredukce na zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově a hektarové počty na monitorovací ploše F (plocha č. 1).

Vývoj zastoupení a hektarové počty na monitorovací ploše F					
Dřevina	Zastoupení (%)				
	1996	2000	2005	2012	2016
SM	96,77	96,50	84,85	73,68	95,24
JD	3,23	1,75	6,06	7,90	4,76
BK	0,00	0,00	6,06	5,26	0,00
DB	0,00	1,75	3,03	0,00	0,00
JŘ	0,00	0,00	0,00	13,16	0,00
Četnost (ks/ha)	58 125	35 625	20 625	23 750	13 125

Z tabulky 12 je poměrně zajímavé, že v roce 2012 došlo k dočasnému zvýšení četností o 3 100 jedinců (přepočteno na hektar) na této monitorovací ploše. Tento nárůst četnost byl zapříčiněn dočasným výskytem jeřábového náletu (5 jedinců). Zastoupení jednotlivých dřevin na této monitorovací ploše nalezneme taktéž v tabulce 12.

5.2. Trvalá výzkumná plocha č. 2

Horní etáž je v drtivé většině tvořena smrkem ztepilým. Další dřevinou je zde jedle bělokorá, která má na této ploše pouze dva jedince. Mezi jehličnaté dřeviny spodní etáži patří, kromě smrku, také modřín opadavý. Ve spodní etáži se nacházejí i listnaté dřeviny, kde dominuje buk lesní, poté následuje dub zimní, bříza, topol osika a habr obecný. Následující tabulka ukazuje, jak se v čase vyvíjeli základní dendrometrické veličiny horní etáže.

Tabulka 13: Vývoj základních porostních veličin horní etáže (plocha č. 2).

Vývoj dendrometrických veličin horní etáže				
Dřevina	Rok	SM	JD	Celkem
Četnost (ks)	2006	75	2	77
	2012	61	2	63
	2016	55	2	57
Četnost (ks/ha)	2006	285	8	293
	2012	231	8	239
	2016	209	8	217
Průměrná tloušťka (cm)	2006	44,83	47,65	44,91
	2012	46,95	49,00	47,01
	2016	48,09	51,03	48,19
Průměrná tloušťka z kruhové základny (cm)	2006	45,69	47,65	45,74
	2012	47,79	49,01	47,83
	2016	48,87	51,06	48,95
Průměrná výška (m)	2006	33,75	31,90	33,70
	2012	35,45	33,20	35,38
	2016	35,66	36,26	35,68
Průměrná kruhová základna (m ²)	2006	0,1639	0,1784	0,1643
	2012	0,1794	0,1887	0,1797
	2016	0,1876	0,2048	0,1882
Kruhová základna (m ² /ha)	2006	46,64	1,35	47,99
	2012	41,51	1,43	42,94
	2016	39,14	1,55	40,69
Průměrný objem s kůrou (m ³ s k.)	2006	2,40	2,63	2,40
	2012	2,74	2,89	2,74
	2016	2,88	3,43	2,90
Zásoba hroubí s kůrou (m ³ s k./ha)	2006	682,51	19,92	702,43
	2012	633,46	21,93	655,39
	2016	600,00	26,02	626,02

Z rozdílů mezi jednotlivými inventarizacemi můžeme vidět, že po proběhlých těžbách, zásoba horní etáže postupně klesá. Základní dendrometrické veličiny se ale v průměru zvyšují. Mezi lety 2006 a 2012 bylo odstraněno celkem 14 smrků o objemu 28,09 m³ s kůrou a celková zásoba se za uplynulé období snížila o 7,15 m³ s kůrou, tedy celkový běžný objemový přírůst, plochy č. 2, činila 3,14 m³ za rok. Vztáženo na jeden hektar v horní etáži průměrně přirostlo 11,91 m³ za jeden rok. Zde je nutno připomenout, že podobně jako u předchozí plochy (plocha č. 1) není známý přesný celkový objem stromů v době těžby, tedy výsledné přírůsty mohou být mírně podhodnoceny. Podobně je tomu i mezi lety 2012 a 2016, kdy bylo vytěženo 6 smrků o celkovém objemu 19,78 m³, následně došlo k snížení porostní zásoby o 7,74 m³. Celkový běžný objemový přírůst činí 2,41 m³ ročně, přepočteno na jeden hektar 9,14 m³ ročně. Následující tabulka ukazuje, jak se v čase vyvíjela spodní etáž, která se začala teprve objevovat mezi lety 2006 a 2012.

Tabulka 14: Vývoj základních porostních veličin spodní etáže (plocha č. 2).

Vývoj dendrometrických veličin spodní etáže								
Dřevina	Rok	SM	BK	MD	DB	OS	BŘ	Celkem
Četnost (ks)	2012	50	10	7	4	4	3	78
	2016	104	19	11	5	6	8	153
Četnost (ks/ha)	2012	190	38	27	15	15	11	296
	2016	395	72	42	19	23	30	581
Průměrná tloušťka (cm)	2012	8,19	9,11	8,85	7,44	10,08	11,15	8,54
	2016	8,79	11,72	9,00	10,71	11,25	9,94	9,39
Průměrná tloušťka z kruhové základny (cm)	2012	8,28	9,25	8,90	7,44	10,19	11,22	8,66
	2016	9,01	12,10	9,17	11,00	11,53	10,21	9,69
Průměrná výška (m)	2012	9,38	9,06	12,17	8,48	10,30	11,70	9,68
	2016	9,82	11,43	12,90	9,24	14,55	13,56	10,61
Průměrná kruhová základna (m ²)	2012	0,0054	0,0067	0,0062	0,0044	0,0082	0,0099	0,0059
	2016	0,0064	0,0115	0,0066	0,0095	0,0105	0,0082	0,0074
Kruhová základna (m ² /ha)	2012	0,27	0,07	0,04	0,02	0,03	0,03	0,46
	2016	0,66	0,22	0,07	0,05	0,06	0,07	1,13
Průměrný objem s kůrou (m ³ s k.)	2012	0,02	0,03	0,04	0,01	0,03	0,04	0,03
	2016	0,03	0,07	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04
Zásoba hroubí s kůrou (m ³ s k./ha)	2012	4,36	1,10	1,02	0,15	0,38	0,46	7,47
	2016	12,03	4,93	1,86	0,80	1,37	1,29	22,28

Z porovnání můžeme vyčíst, že se četnost jedinců ve spodní etáži za pouhých pět vegetačních období téměř zdvojnásobila. Lze usuzovat, že v blízké budoucnosti tento nárůst se ještě zvýší. Během terénního sběru bylo na této ploše nalezeno ještě poměrně dost jedinců, jejichž výčetní tloušťka byla těsně pod registrační hranicí, nejčastěji se jednalo o smrk. Z porovnání rozdílných výsledných objemů můžeme také vypočítat roční objemový přírůst v této etáži, který činí 0,78 m³ s kůrou, přepočteno na jeden hektar je to pak 2,96 m³. Následující tabulka podrobně ukazuje roční objemové přírůsty každé dřeviny horní i spodní etáže dohromady. Pojmem Os. lis. (ostatní listnaté dřeviny), pro tuto výzkumnou plochu, sdružuje topol osiku a břízu.

Tabulka 15: Vývoj běžného objemového přírůstu během měřených období (plocha č. 2).

Běžný roční objemový přírůst (m ³ s k./ha)		
Dřevina	2006 - 2012	2012 - 2016
SM	12,38	9,85
JD	0,40	0,82
MD	0,20	0,17
BK	0,22	0,77
DB	0,03	0,13
Os. lis.	0,17	0,36
Celkem	13,40	12,10

Z tabulky je patrné, že se za posledních pět vegetačních období celkový běžný objemový přírůst v průměru snížil o 1,30 m³ s k./ha.

5.2.1. Vývoj zastoupení dřevin

Můžeme si všimnout, že za uplynulých deset let se také na druhé ploše v horní etáži zastoupení dřevin příliš neměnilo. Podobné je tomu i ve spodní etáži, kdy se také příliš neměnilo zastoupení dřevin. Za povšimnutí ale stojí, poměrně patrný rozdíl mezi zastoupením vypočítané z četnosti a objemu u smrku a buku. Tento rozdíl napovídá, že buky na této ploše mají předrůstavý charakter.

Tabulka 16: Vývoj zastoupení dřevin v horní etáži v procentech (plocha č. 2).

Vývoj zastoupení v horní etáži (%)			
Zastoupení	Rok	SM	JD
Četnost	2006	97,40	2,60
	2012	96,83	3,17
	2016	96,49	3,51
Kruhová základna	2006	97,18	2,82
	2012	96,67	3,33
	2016	96,18	3,82
Objem	2006	97,16	2,84
	2012	96,66	3,34
	2016	95,84	4,16

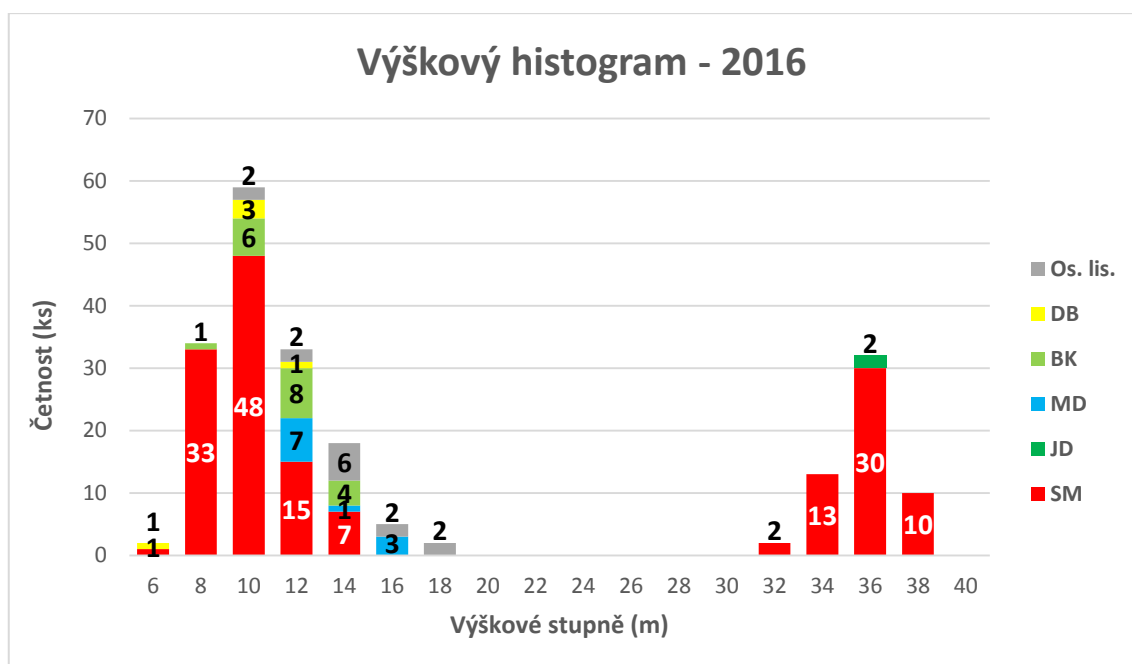
Tabulka 17: Vývoj zastoupení dřevin ve spodní etáži v procentech (plocha č. 2).

Vývoj zastoupení ve spodní etáži (%)							
Zastoupení	Rok	SM	BK	MD	DB	OS	BŘ
Četnost	2012	64,10	12,82	8,97	5,13	5,13	3,85
	2016	67,97	12,42	7,19	3,27	3,92	5,23
Kruhová základna	2012	58,56	14,62	9,49	3,79	7,10	6,44
	2016	58,68	19,34	6,43	4,20	5,55	5,80
Objem	2012	58,55	14,50	13,61	2,12	5,23	5,99
	2016	54,03	22,10	8,34	3,51	6,16	5,86

Porovnáním zastoupení horní etáže mezi sebou, lze zcela jasně vidět, že dřeviny jsou poměrně konstantní, jen jedle v důsledku těžby smrku mírně zvyšuje svoje zastoupení.

5.2.2. Vývoj prostorové struktury na výzkumné ploše

Výšková struktura je charakterizována rozložením ve výškovém histogramu, kde všechny výškové stupně mají hodnotu 2 m. Následující výškový histogram (graf 5) znázorňuje výškovou strukturu výzkumné plochy v posledním roce měření, tedy přelom podzimu a zimy 2016. Z grafu jasně vyplývá, že se zatím jedná o dvouetážový porost.



Graf 5: Histogram četností výškových tříd, jednotlivých dřevin v roce 2016 (plocha č. 2).

Základní popisná statistika výšek horní etáže je prezentována v následujících tabulkách číslo 18 a 19.

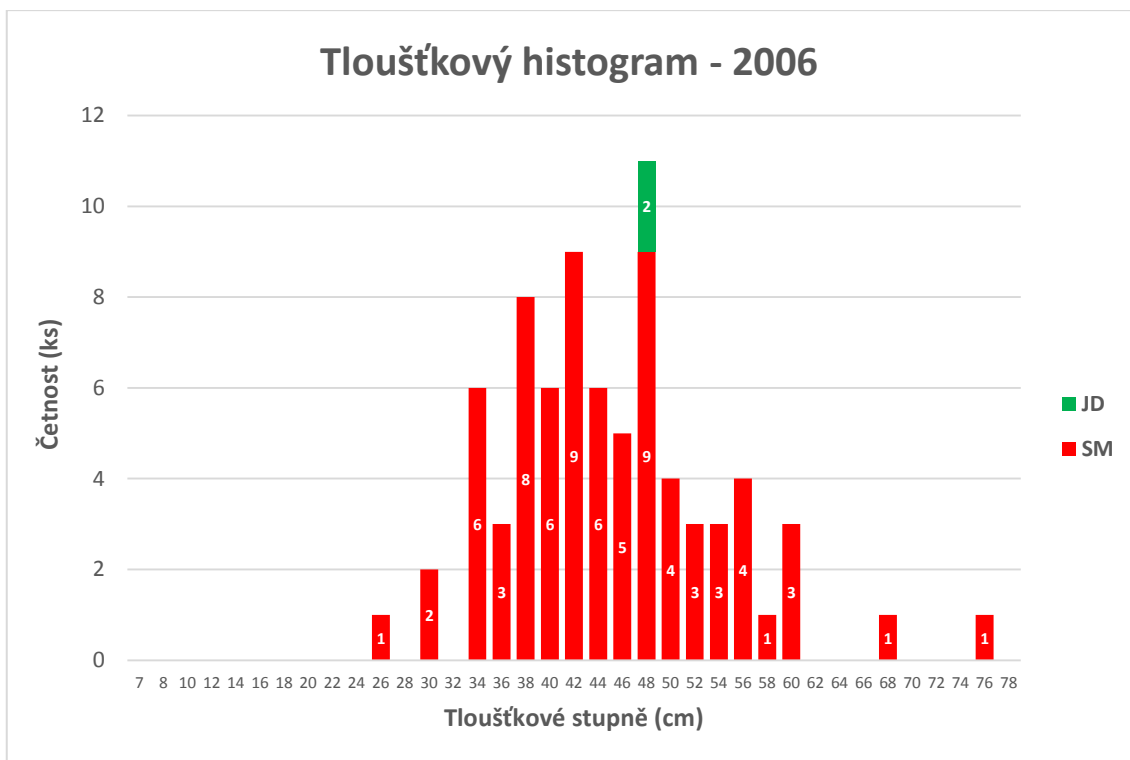
Tabulka 18: Popisná statistika výšek stromů horní etáže z roku 2016.

Popisná statistika horní etáže (graf 5)			
Průměr	35,68	Rozptyl	2,162896
Medián	35,80	Směrodatná odchylka	1,470679
Modus	Vícen. (2)	Variační koeficient	4,122174
Minimum	31,04	Šikmost	-0,483612
Maximum	38,69	Špičatost	0,869211

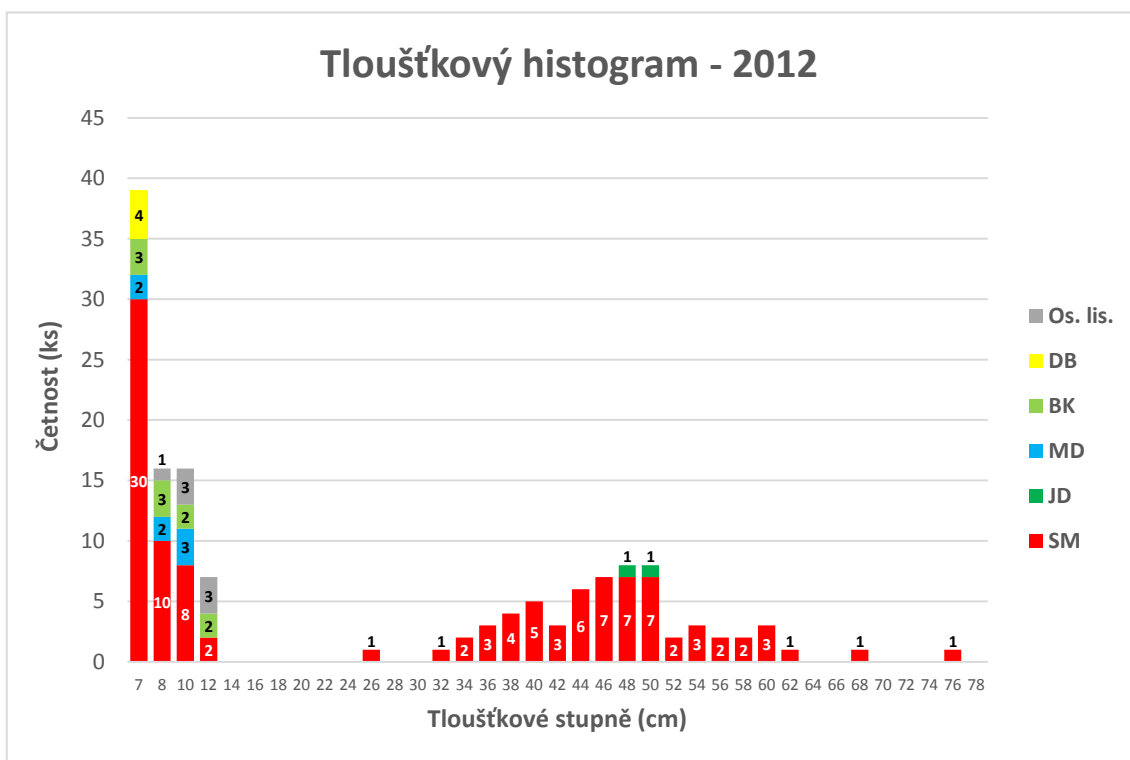
Tabulka 19: Popisná statistika výšek stromů spodní etáže z roku 2016.

Popisná statistika spodní etáže (graf 5)			
Průměr	10,60	Rozptyl	5,347636
Medián	10,10	Směrodatná odchylka	2,312496
Modus	10,10 (6)	Variační koeficient	21,82268
Minimum	5,60	Šikmost	0,826797
Maximum	18,30	Špičatost	0,470098

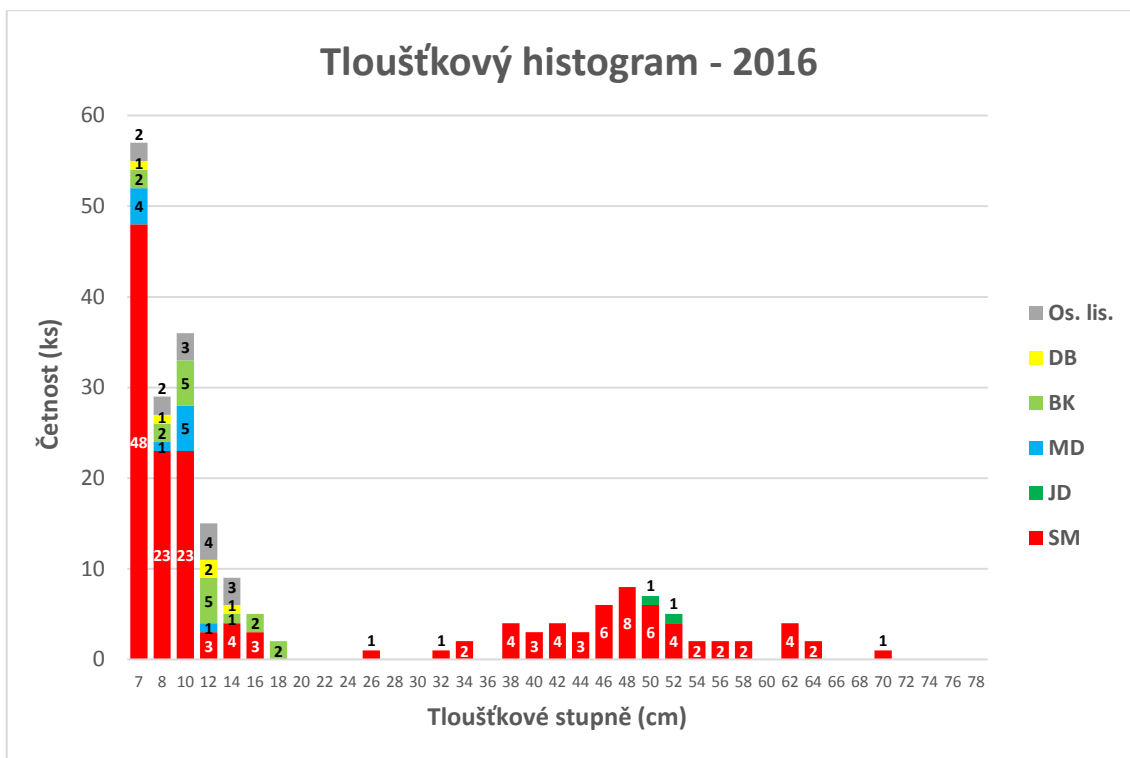
Pro vyjádření vývoje tloušťkové struktury byly použity tloušťkové histogramy, tedy rozdělení jednotlivých dřevin podle četností do tloušťkových stupňů. Podobně jako na předcházející ploše (plocha č. 1), každý tloušťkový stupeň má hodnotu 2 cm, výjimku tvoří pouze první dva stupně (7 a 8) s intervalem pouze jeden cm.



Graf 6: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2006 (plocha č. 2).



Graf 7: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2012 (plocha č. 2).



Graf 8: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2016 (plocha č. 2).

Porovnáním předcházejících tloušťkových histogramů můžeme jasně vidět, jak se za uplynulých 10 let v horní etáži, v důsledku silnější těžby, postupně snižují četnost a s jakou intenzitou, v jakém počtu a v jakém druhovém složení nastupuje spodní etáž. Je zajímavé, že dominantní dřevinou ve spodní etáži je stále smrk a jedle zde nemá žádného jedince. Ve spodní etáži se také dobře růstově prosazuje buk, modřín, osika a bříza. Popisné statistiky jednotlivých tloušťkových histogramů (graf 6, 7 a 8) jsou prezentovány v tabulkách číslo 20 a 21, kde můžeme nalézt základní míry polohy a variability.

Tabulka 20: Popisná statistika výčetních tlouštěk horní etáže z roku 2006, 2012 a 2016.

Popisná statistika horní etáže (graf 6)			
Průměr	44,91	Rozptyl	76,36798
Medián	43,83	Směrodatná odchylka	8,738878
Modus	Vícen. (2)	Variační koeficient	19,46016
Minimum	25,10	Šikmost	0,688158
Maximum	75,00	Špičatost	1,233351
Popisná statistika horní etáže (graf 7)			
Průměr	47,01	Rozptyl	78,76260
Medián	46,60	Směrodatná odchylka	8,874829
Modus	Vícen. (2)	Variační koeficient	18,87720
Minimum	25,75	Šikmost	0,573754
Maximum	76,10	Špičatost	1,251687
Popisná statistika horní etáže (graf 8)			
Průměr	48,19	Rozptyl	73,87426
Medián	48,15	Směrodatná odchylka	8,595014
Modus	Vícen. (2)	Variační koeficient	17,83587
Minimum	26,55	Šikmost	0,148028
Maximum	69,10	Špičatost	0,185441

Tabulka 21: Popisná statistika výčetních tlouštěk spodní etáže z roku 2012 a 2016.

Popisná statistika spodní etáže (graf 7)			
Průměr	8,54	Rozptyl	2,092451
Medián	8,00	Směrodatná odchylka	1,446531
Modus	7,45 (7)	Variační koeficient	16,93626
Minimum	7,05	Šikmost	1,236449
Maximum	12,35	Špičatost	0,487935
Popisná statistika spodní etáže (graf 8)			
Průměr	9,39	Rozptyl	5,627956
Medián	8,55	Směrodatná odchylka	2,372331
Modus	Vícen. (6)	Variační koeficient	25,26200
Minimum	7,00	Šikmost	1,405144
Maximum	17,50	Špičatost	1,601615

5.2.3. Mýtní zralost jedinců v horní etáži

Mýtní zralost se posuzovala stejně jako v předcházející ploše (plocha č. 1) pomocí přírůstového kritéria od profesora Polena, tedy podle kulminace průměrného přírůstu kruhové základny každého stromu. Následující tabulka (tabulka 22) popisuje jednotlivé jedince, kteří mají celkový průměrný přírůst vyšší než celkový běžný přírůst. Tito jedinci by se měli z porostu vytěžit, aby uvolnili prostor novým jedincům.

Tabulka 22: Jedinci po kulminaci a jejich základní dendrometrická charakteristika (plocha č. 2).

Mýtně zralí jedinci							
Číslo	Dřevina	Tloušťka (cm)	Výška (m)	Objem (m ³ s k.)	Kruhová zákla. (m ²)		Štíhlostní kvocient
					CBP	CPP	
4	SM	37,65	33,83	1,68	0,0008	0,0009	80,74
9	SM	69,10	38,69	5,80	0,0013	0,0030	51,66
12	SM	46,50	35,52	2,59	0,0006	0,0013	76,77
27	SM	61,85	37,80	4,78	0,0018	0,0024	64,51
37	SM	51,55	36,35	3,19	0,0010	0,0016	69,25
40	SM	51,10	36,28	3,14	0,0013	0,0016	67,51
42	SM	58,45	37,35	4,12	0,0012	0,0021	63,30
46	SM	45,90	35,42	2,63	0,0003	0,0013	80,83
52	SM	49,85	36,08	2,98	0,0006	0,0015	71,82
53	SM	47,20	35,64	2,67	0,0012	0,0014	66,31
64	SM	48,60	35,87	2,91	0,0000	0,0015	73,66
68	SM	34,70	33,18	1,42	0,0003	0,0007	84,15
71	SM	48,90	35,92	2,94	0,0004	0,0015	75,66
85	SM	43,80	35,04	2,29	0,0009	0,0012	81,96
88	SM	38,45	34,00	1,75	0,0005	0,0009	88,69
92	SM	34,05	33,03	1,49	0,0001	0,0007	104,85
Průměr	SM	47,98	35,63	2,90	0,0008	0,0015	75,10

Porovnáním výsledných průměrných hodnot jednotlivých veličin s průměrnými hodnotami smrku horní etáže si můžeme všimnout, že průměrná výčetní tloušťka mýtně zralých (47,98 cm) stromů je nižší o pouhých 0,11 cm než průměrná tloušťka všech smrků v horní etáži (48,09 cm). Stejně je to i s výškou mýtně zralých smrků, které jsou také v průměru nižší než v celé horní etáži. Opačně je tomu u objemu hroubů, kde mýtně zralé smrky mají mírně vyšší objem než je průměr. Výškový rozdíl činí pouhých 0,03 m a objemový rozdíl je 0,02 m³ s kůrou. Celkový objem mýtně zralých smrků činí 46,38 m³ s kůrou.

5.2.4. Vývoj a růst přirozené obnovy

Pro potřeby sledování vývoje a růstů přirozené obnovy byly na této ploše v roce 1996 vytvořeny tři monitorovací plochy o velikosti 16 m² (4 × 4 m). Hranice jednotlivých ploch byly v terénu vytyčený pomocí dřevěných kolíků. Je dobré říci, že z některých sledovaných období chybí údaje nebo jsou neucelené. Na druhé trvalé výzkumné ploše se nacházejí monitorovací plochy s označením C, D a H. Plocha C pro nedostatek dat nebyla v této práci vyhodnocena.

Tabulka 23: Vliv autoredukce na zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově a hektarové počty na monitorovací ploše D (plocha č. 2).

Vývoj zastoupení a hektarové počty na monitorovací ploše D					
Dřevina	Zastoupení (%)				
	1996	2000	2005	2012	2016
SM	93,75	93,24	91,38	73,17	80,00
MD	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
BK	0,89	0,00	5,18	4,88	4,00
DB	1,79	1,35	1,72	4,88	0,00
BŘ	1,79	4,06	1,2	7,32	8,00
HB	0,89	1,35	0,00	2,43	4,00
JŘ	0,89	0,00	0,00	7,32	0,00
Četnost (ks/ha)	70 000	46 250	36 250	25 625	15,625

Na této monitorovací ploše je poměrně dobře viditelný postupný úbytek jedinců v každém inventarizačním období, tedy vliv autoredukce, kdy se za uplynulých 20 let počet zredukoval více než čtyřnásobně. Smrk je v přirozeném zmlazení stále dominantní dřevinou. Zastoupení jednotlivých dřevin na této monitorovací ploše nalezneme v tabulce 23. Z porovnání jednotlivých let mezi sebou můžeme vyvodit, že zde dochází k výrazným změnám v zastoupení jednotlivých dřevin. Jedinou dřevinou, která trvale zvyšuje svoje zastoupení je bříza. Tento trvalý růst břízy nejspíš nevydrží dlouho, protože ve skutečnosti nedochází ke zvyšování počtu této dřeviny, ale k postupnému odumírání jedinců ostatních dřevin.

Tabulka 24: Vliv autoredukce na zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově a hektarové počty na monitorovací ploše H (plocha č. 2).

Vývoj zastoupení a hektarové počty na monitorovací ploše H					
Dřevina	Zastoupení (%)				
	1996	2000	2005	2012	2016
SM	86,81	84,62	94,23	-	82,14
BK	0,00	0,00	3,85	-	0,00
DB	2,20	5,13	0,00	-	3,57
BŘ	2,20	2,56	1,92	-	10,72
HB	0,00	5,13	0,00	-	3,57
JŘ	8,79	2,56	0,00	-	0,00
Četnost (ks/ha)	56 875	24 375	32 500	-	17 500

Z tabulka 24 je patrné, že data z roku 2012 chybí. Za uplynulých 20 let se počet jedinců zredukoval více než trojnásobně. Je poměrně zajímavé, že na této monitorovací ploše, mezi lety 2000 a 2005, došlo k dočasnému zvýšení četností o 8 125 jedinců (přepočteno na hektar), v důsledku výskytu 13 nových stromů.

5.3. Trvalá výzkumná plocha č. 3

Horní etáž je tvořena převážně smrkem ztepilým, poté následuje modřín opadavý a borovice lesní. Mezi jehličnaté dřeviny spodní etáži patří, kromě smrku, také borovice lesní a modřín opadavý. Ve spodní etáži se nachází i listnatá dřevina, kterou je buk lesní s pouze třemi jedinci. Na této trvalé výzkumné ploše ani jeden jedinec jedle bělokoré nedosáhl registrační tloušťky. Následující tabulka ukazuje, jak se v čase vyvíjeli základní dendrometrické veličiny horní etáže.

Tabulka 25: Vývoj základních porostních veličiny horní etáže (plocha č. 3).

Vývoj dendrometrických veličin horní etáže					
Dřevina	Rok	SM	BO	MD	Celkem
Četnost (ks)	2006	79	4	6	89
	2012	71	2	1	74
	2016	66	1	1	68
Četnost (ks/ha)	2006	343	17	26	386
	2012	308	9	4	321
	2016	287	4	4	295
Průměrná tloušťka (cm)	2006	38,13	44,39	48,33	39,10
	2012	39,59	43,20	42,78	39,73
	2016	40,78	44,50	43,90	40,88
Průměrná tloušťka z kruhové základny (cm)	2006	38,85	44,47	49,04	39,88
	2012	40,20	43,20	42,78	40,32
	2016	41,45	44,50	43,90	41,53
Průměrná výška (m)	2006	32,59	32,38	35,03	32,74
	2012	34,45	31,50	37,30	34,41
	2016	34,69	35,56	35,45	34,71
Průměrná kruhová základna (m ²)	2006	0,1185	0,1553	0,1889	0,1249
	2012	0,1270	0,1466	0,1434	0,1277
	2016	0,1349	0,1555	0,1514	0,1355
Kruhová základna (m ² /ha)	2006	40,67	2,70	4,92	48,29
	2012	39,16	1,27	0,62	41,05
	2016	38,69	0,68	0,66	40,03
Průměrný objem s kůrou (m ³ s k.)	2006	1,73	2,20	2,79	1,82
	2012	1,95	2,01	2,36	1,95
	2016	2,08	2,39	2,36	2,09
Zásoba hroubí s kůrou (m ³ s k./ha)	2006	592,96	38,18	72,63	703,77
	2012	599,96	17,42	10,25	627,63
	2016	596,74	10,38	10,25	617,37

Z rozdílů mezi jednotlivými inventarizacemi můžeme vidět, že po proběhlých těžbách, hektarová zásoba horní etáže klesla, přibližně jako u druhé plochy, o více jak 80 m³ s kůrou. Základní dendrometrické veličiny se ale v průměru zvyšují. Mezi lety 2006 a 2012 bylo odstraněno celkem 8 smrků, 2 borovice a 5 modřínů o celkovém objemu 30,50 m³ s kůrou a celková zásoba se za uplynulé období snížila o 17,53 m³ s kůrou, tedy celkový běžný objemový přírůst, plochy č. 3, činila 2,59 m³ za rok. Vztaženo na

jeden hektar v horní etáži průměrně přirostlo 11,27 m³ za jeden rok. Zde je nutno připomenout, že podobně jako u předcházejících ploch není známý přesný celkový objem stromů v době těžby, tedy výsledné přírůsty mohou být mírně podhodnoceny. Podobně je tomu i mezi lety 2012 a 2016, kdy bylo vytěženo 5 smrků a jedna borovice o celkovém objemu 11,61 m³, následně došlo k snížení porostní zásoby o 2,36 m³. Celkový běžný objemový přírůst činí 1,85 m³ ročně, přepočteno na jeden hektar 8,04 m³ ročně. Následující tabulka ukazuje, jak se v čase vyvíjela spodní etáž, která se začala teprve objevovat mezi lety 2006 a 2012.

Tabulka 26: Vývoj základních porostních veličin spodní etáže (plocha č. 3).

Vývoj dendrometrických veličin spodní etáže						
Dřevina	Rok	SM	BO	MD	BK	Celkem
Četnost (ks)	2012	27	10	3	3	43
	2016	62	13	3	3	81
Četnost (ks/ha)	2012	117	43	13	13	186
	2016	269	56	13	13	351
Průměrná tloušťka (cm)	2012	8,02	8,77	9,50	12,00	8,58
	2016	8,54	9,93	10,02	14,85	9,05
Průměrná tloušťka z kruhové základny (cm)	2012	8,06	8,83	9,59	12,43	8,72
	2016	8,64	10,10	10,17	15,58	9,29
Průměrná výška (m)	2012	9,36	9,67	11,90	10,70	9,70
	2016	9,40	10,31	12,77	12,43	9,78
Průměrná kruhová základna (m ²)	2012	0,0051	0,0061	0,0072	0,0121	0,0060
	2016	0,0059	0,0080	0,0081	0,0191	0,0068
Kruhová základna (m ² /ha)	2012	0,60	0,27	0,09	0,16	1,12
	2016	1,58	0,45	0,11	0,25	2,39
Průměrný objem s kůrou (m ³ s k.)	2012	0,02	0,02	0,05	0,07	0,02
	2016	0,03	0,03	0,06	0,12	0,03
Zásoba hroubí s kůrou (m ³ s k./ha)	2012	2,43	0,74	0,61	0,87	4,65
	2016	6,86	1,69	0,74	1,61	10,90

Z porovnání můžeme vyčíst, že se podobně jako v předcházejících plochách, četnost jedinců ve spodní etáži za pouhých pět vegetačních období téměř zdvojnásobila. Za povšimnutí také stojí, že spodní etáž této trvalé výzkumné plochy je poněkud chudší na druhovou pestrost, než minulé plochy (plocha č. 1, plocha č. 2). Jedinou listnatou dřevinou je buk lesní, který má pouhé tři jedince ve spodní etáži. Z porovnání rozdílných výsledných objemů můžeme také vypočítat roční objemový přírůst v této etáži, který činí 0,29 m³ hroubí s kůrou, přepočteno na jeden hektar je to pak 1,25 m³. Následující tabulka podrobně ukazuje roční objemové přírůsty každé dřeviny horní i spodní etáže dohromady.

Tabulka 27: Vývoj běžného ročního objemového přírůstu během měřených období (plocha č. 3).

Běžný roční objemový přírůst (m ³ s k./ha)		
Dřevina	2006 - 2012	2012 - 2016
SM	11,39	8,65
BO	0,43	0,47
MD	0,20	0,03
BK	0,17	0,15
Celkem	12,19	9,30

Z tabulky je patrné, že se za posledních pět vegetačních období celkový běžný objemový přírůst v průměru snížil o 2,89 m³ s k./ha. Tento pokles objemového přírůstu v porovnání s ostatními výzkumnými plochami je největší.

5.3.1. Vývoj zastoupení dřevin

Můžeme si všimnout, že mezi lety 2000 a 2006 na této ploše došlo v horní etáži k poměrně významné změně zastoupení dřevin. Tento vývoj byl zapříčiněn silnější výběrnou těžbou, která se dotkla všech dřevin. Provedená těžba měla významný dopad na zastoupení borovice a modřínů, kteří měli významně méně jedinců než smrk. Za povšimnutí také stojí poměrně velké rozdíly mezi zastoupením vypočítané z četnosti, kruhové základny a objemu, především pak u borovice. Ve spodní etáži smrt zvyšuje svoje zastoupení na úkor všech dřevin.

Tabulka 28: Vývoj zastoupení dřevin v horní etáži v procentech (plocha č. 3).

Vývoj zastoupení v horní etáži (%)				
Zastoupení	Rok	SM	BO	MD
Četnost	2006	88,76	4,50	6,74
	2012	95,95	2,70	1,35
	2016	97,06	1,47	1,47
Kruhová základna	2006	84,22	5,59	10,19
	2012	95,38	3,10	1,52
	2016	96,67	1,69	1,64
Objem	2006	84,25	5,43	10,32
	2012	95,59	2,78	1,63
	2016	96,66	1,68	1,66

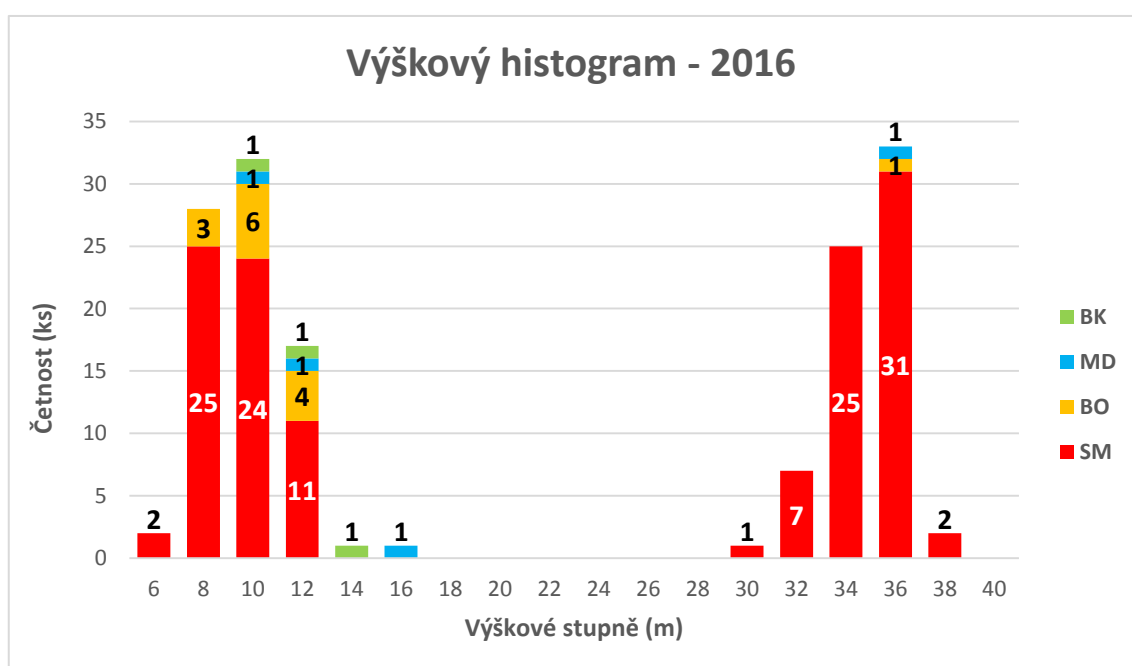
Tabulka 29: Vývoj zastoupení dřevin ve spodní etáži v procentech (plocha č. 3).

Vývoj zastoupení ve spodní etáži (%)					
Zastoupení	Rok	SM	BO	MD	BK
Četnost	2012	62,78	23,26	6,98	6,98
	2016	76,55	16,05	3,70	3,70
Kruhová základna	2012	53,58	23,83	8,43	14,16
	2016	66,21	18,95	4,43	10,41
Objem	2012	52,46	15,75	12,84	18,95
	2016	62,64	15,64	6,90	14,82

Porovnáním zastoupení horní etáže mezi sebou, lze zcela jasně vidět, že smrk významně zvyšuje svoje zastoupení. Jestli v budoucí těžbě dojde k pokácení poslední borovice lesní a posledního modřínu opadavého, smrk se stane jedinou dřevinou v horní etáži.

5.3.2. Vývoj prostorové struktury na výzkumné ploše

Výšková struktura je charakterizována rozložením ve výškovém histogramu, kde všechny výškové stupně mají hodnotu 2 m. Následující výškový histogram (graf 9) znázorňuje výškovou strukturu výzkumné plochy v posledním roce měření, tedy přelom podzimu a zimy 2016.



Graf 9: Histogram četností výškových tříd, jednotlivých dřevin v roce 2016 (plocha č. 3).

Základní popisná statistika výšek horní etáže je prezentována v následujících tabulkách číslo 30 a 31.

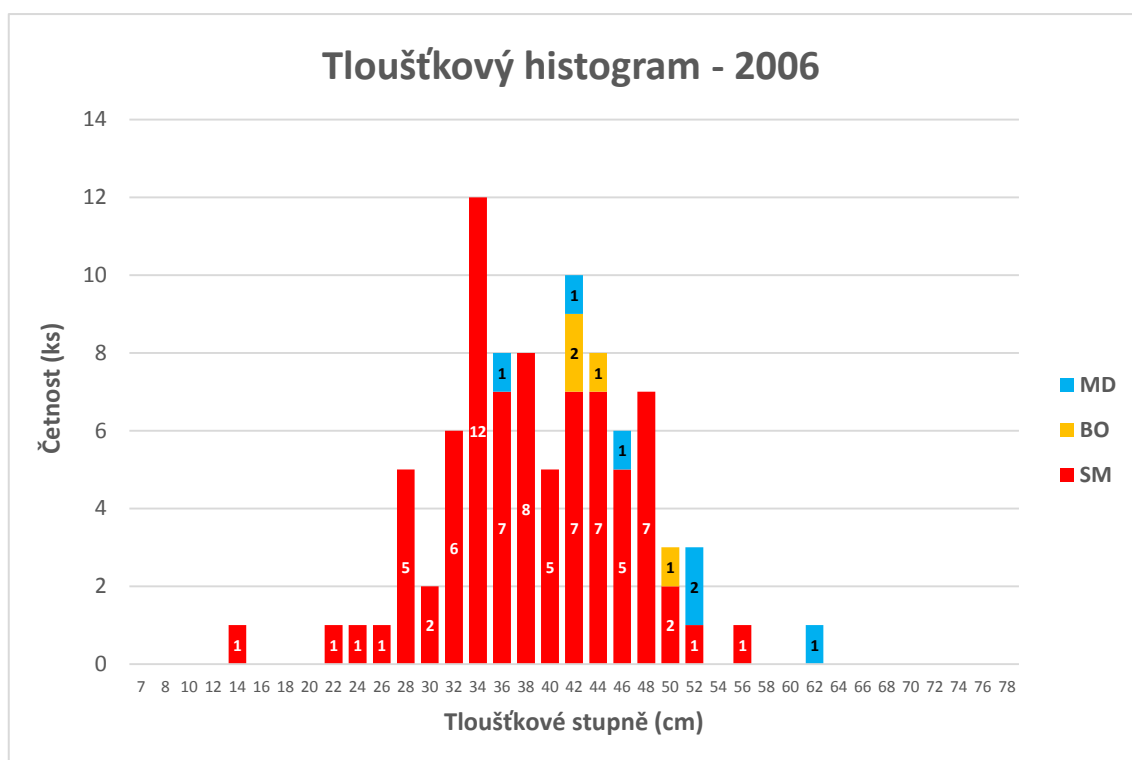
Tabulka 30: Popisná statistika výšek horní etáže z roku 2016.

Popisná statistika horní etáže (graf 9)			
Průměr	34,71	Rozptyl	2,465164
Medián	35,03	Směrodatná odchylka	1,570084
Modus	35,60 (3)	Variační koeficient	4,522992
Minimum	29,94	Šikmost	-0,613672
Maximum	37,84	Špičatost	0,228967

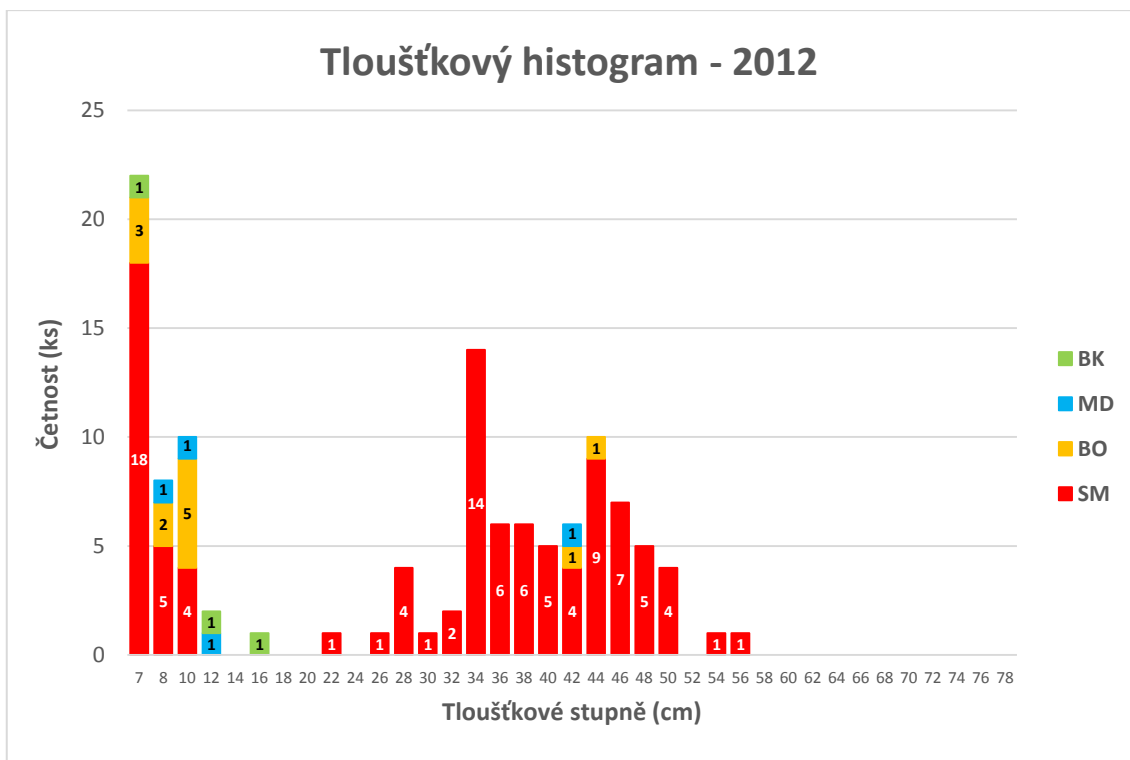
Tabulka 31: Popisná statistika výšek spodní etáže z roku 2016.

Popisná statistika spodní etáže (graf 5)			
Průměr	9,78	Rozptyl	3,102679
Medián	9,50	Směrodatná odchylka	1,761442
Modus	Vícen. (4)	Variační koeficient	18,01248
Minimum	6,30	Šikmost	0,805488
Maximum	16,70	Špičatost	1,752639

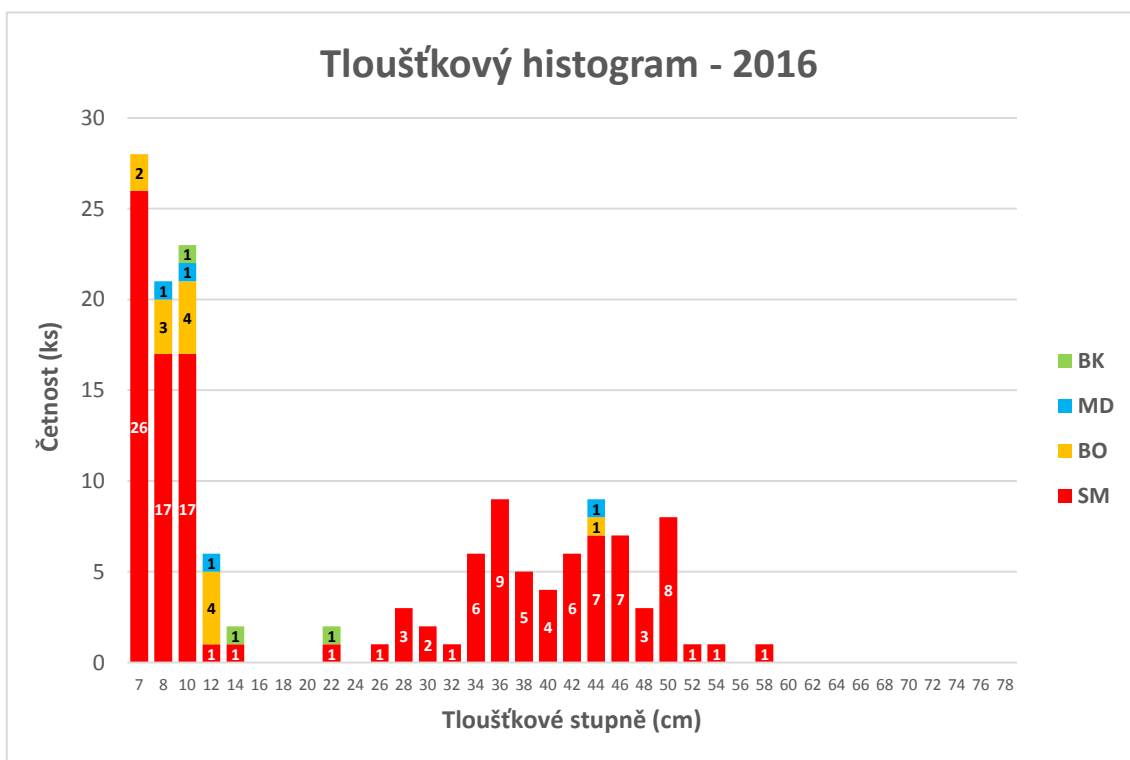
Pro vyjádření vývoje tloušťkové struktury byly použity tloušťkové histogramy, tedy rozdělení jednotlivých dřevin podle četností do tloušťkových stupňů. Stejně jako na předcházejících plochách (plocha č. 1, plocha č. 2), každý tloušťkový stupeň má hodnotu 2 cm, výjimku tvoří pouze první dva stupně (7 a 8) s intervalem pouze jeden cm. Z následujících grafů můžeme jasně vidět, že na této třetí trvalé výzkumné ploše jedinci v průměru dosahují menších dimenzí než jedinci na první a druhé ploše. V důsledky toho jsou tloušťkové histogramy posunuty mírně na levou stranu.



Graf 10: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2006 (plocha č. 3).



Graf 11: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2012 (plocha č. 3).



Graf 12: Histogram četností tloušťkových tříd v roce 2016 (plocha č. 3).

Z předcházejících tloušťkových histogramů můžeme jasně vidět, podobně jako z výsledků druhé plochy, jak se za uplynulých 10 let v horní etáži, v důsledku silnější těžby, postupně snižuje četnost všech stromů a zastoupení borovice a modřínu. Také si můžeme všimnout s jakou intenzitou, v jakém počtu a v jakém druhovém složení

nastupuje spodní etáž. I zde je ve spodní etáži dominantní smrk a jedle zde nemá žádného jedince. Popisnou statistiku jednotlivých tloušťkových histogramů (graf 10, 11 a 12) jsou prezentovány v tabulkách číslo 32 a 33, kde můžeme nalézt základní míry polohy a variability.

Tabulka 32: Popisná statistika výčetních tlouštěk horní etáže z roku 2006, 2012 a 2016.

Popisná statistika horní etáže (graf 10)			
Průměr	39,10	Rozptyl	62,19449
Medián	38,90	Směrodatná odchylka	7,886348
Modus	33,30 (3)	Variační koeficient	20,16911
Minimum	13,55	Šikmost	-0,120877
Maximum	61,85	Špičatost	0,727775
Popisná statistika horní etáže (graf 11)			
Průměr	39,73	Rozptyl	48,36517
Medián	39,85	Směrodatná odchylka	6,954507
Modus	34,05 (2)	Variační koeficient	17,50529
Minimum	22,75	Šikmost	-0,062755
Maximum	56,45	Špičatost	-0,404306
Popisná statistika horní etáže (graf 12)			
Průměr	40,88	Rozptyl	53,46172
Medián	41,78	Směrodatná odchylka	7,311752
Modus	44,50 (3)	Variační koeficient	17,88550
Minimum	22,70	Šikmost	-0,141875
Maximum	58,45	Špičatost	-0,337255

Tabulka 33: Popisná statistika výčetních tlouštěk spodní etáže z roku 2012 a 2016.

Popisná statistika spodní etáže (graf 11)			
Průměr	8,58	Rozptyl	2,592782
Medián	7,95	Směrodatná odchylka	1,610212
Modus	Vícen. (3)	Variační koeficient	18,77671
Minimum	7,15	Šikmost	2,608721
Maximum	15,80	Špičatost	9,106208
Popisná statistika spodní etáže (graf 12)			
Průměr	9,05	Rozptyl	4,438897
Medián	8,65	Směrodatná odchylka	2,106869
Modus	8,35 (4)	Variační koeficient	23,27238
Minimum	7,00	Šikmost	2,857061
Maximum	21,30	Špičatost	13,39992

5.3.3. Mýtní zralost jedinců v horní etáži

Mýtní zralost se posuzovala stejně jako v předcházejících plochách (plocha č. 1, plocha č. 2) pomocí přírůstového kritéria od profesora Polena, tedy podle kulminace průměrného přírůstu kruhové základny každého stromu. Následující tabulka (tabulka 34) popisuje jednotlivé jedince, kteří mají celkový průměrný přírůst vyšší než celkový běžný přírůst. Takovíto jedinci by se měli z prostu vytěžit, aby uvolnili prostor novým jedincům.

Tabulka 34: Jedinci po kulminaci a jejich základní dendrometrická charakteristika (plocha č. 3).

Mýtně zralí jedinci							
Číslo	Dřevina	Tloušťka (cm)	Výška (m)	Objem (m ³ s k.)	Kruhová zákla. (m ²)		Štíhlostní kvocient
					CBP	CPP	
1	SM	32,35	32,90	1,28	0,0006	0,0006	107,57
2	SM	42,25	35,13	2,15	0,0007	0,0011	83,31
4	SM	47,10	36,04	2,69	0,0010	0,0014	75,16
8	SM	43,30	35,33	2,26	0,0001	0,0012	81,52
12	SM	37,30	34,09	1,75	0,0000	0,0009	92,23
17	SM	42,90	35,26	2,22	0,0004	0,0011	82,28
18	SM	45,75	35,79	2,53	0,0001	0,0013	73,44
24	SM	46,70	35,97	2,64	0,0002	0,0013	76,66
28	SM	35,00	33,56	1,54	0,0006	0,0008	103,14
32	SM	34,55	33,45	1,42	0,0003	0,0007	92,62
33	SM	28,90	31,96	0,98	0,0003	0,0005	107,61
34	SM	28,35	31,79	0,94	0,0003	0,0005	110,41
35	SM	34,40	33,41	1,41	0,0006	0,0007	98,55
37	SM	36,75	33,96	1,61	0,0008	0,0008	89,25
40	SM	45,05	35,66	2,53	0,0006	0,0013	82,57
47	SM	33,35	33,15	1,42	0,0003	0,0007	107,35
48	SM	49,15	36,39	2,94	0,0011	0,0015	72,63
49	SM	41,90	35,06	2,15	0,0002	0,0011	85,44
63	SM	22,70	29,94	0,60	0,0000	0,0003	131,72
70	SM	50,60	36,64	3,40	0,0012	0,0016	80,04
77	SM	46,45	35,92	2,61	0,0004	0,0013	77,07
81	SM	54,95	37,32	3,69	0,0015	0,0019	68,06
88	SM	35,05	33,57	1,46	0,0003	0,0008	93,30
93	SM	45,15	35,68	2,47	0,0011	0,0013	78,41
Průměr	SM	40,00	34,50	2,03	0,0005	0,0010	89,60

Porovnáním výsledných průměrných hodnot jednotlivých veličin s průměrnými hodnotami smrku horní etáže si můžeme všimnout, že průměrná výčetní tloušťka mýtně zralých (40,00 cm) stromů je nižší o 0,78 cm než průměrná tloušťka všech smrků v horní etáži (40,78 cm). Výška mýtně zralých smrků, je také v průměru nižší než v celé horní etáži ale o pouhých 0,19 m. Podobně je to i s objemem, kde rozdíl mezi mýtně zralými smrkami a smrkami z celé horní etáže činí 0,05 m³ s kůrou. Celkový objem mýtně zralých smrků je 48,69 m³ s kůrou. Za povšimnutí také stojí, že mechanická stabilita stromů vyjádřená pomocí štíhlostního poměru je u zralých jedinců, na této výzkumné ploše (plocha č. 3) v průměru vyšší, než v předcházejících plochách (plocha č. 1, plocha č. 2).

5.3.4. Vývoj a růst přirozené obnovy

Pro potřeby sledování vývoje a růstů přirozené obnovy byly na této ploše v roce 1996 vytvořeny tři monitorovací plochy o velikosti 16 m² (4 × 4 m). Hranice jednotlivých

ploch byly v terénu vytyčeny pomocí dřevěných kolíků. Je dobré říci, že z některých sledovaných období chybí údaje nebo jsou neucelená. Na třetí trvalé výzkumné ploše se nacházejí monitorovací plochy s označením A, B a G. Plocha G pro nedostatek dat nebyla v této práci vyhodnocena.

Tabulka 35: Vliv autoredukce na zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově a hektarové počty na monitorovací ploše A (plocha č. 3).

Vývoj zastoupení a hektarové počty na monitorovací ploše A					
Dřevina	Zastoupení (%)				
	1996	2000	2005	2012	2016
SM	91,21	88,73	-	-	88,10
MD	4,39	5,63	-	-	4,76
DB	1,10	1,41	-	-	2,38
BŘ	3,30	4,23	-	-	4,76
Četnost (ks/ha)	56 875	44 375	-	-	26 250

Z tabulky 35 je patrné, že data z roku 2005 a 2012 chybí. Na této monitorovací ploše je poměrně dobře viditelný postupný úbytek jedinců v každém inventarizačním období, tedy vliv autoredukce, kdy se za uplynulých 20 let počet jedinců zredukoval více než dvojnásobně. Smrk postupně snižuje svoje zastoupení, ale je stále dominantní dřevinou na této monitorovací ploše.

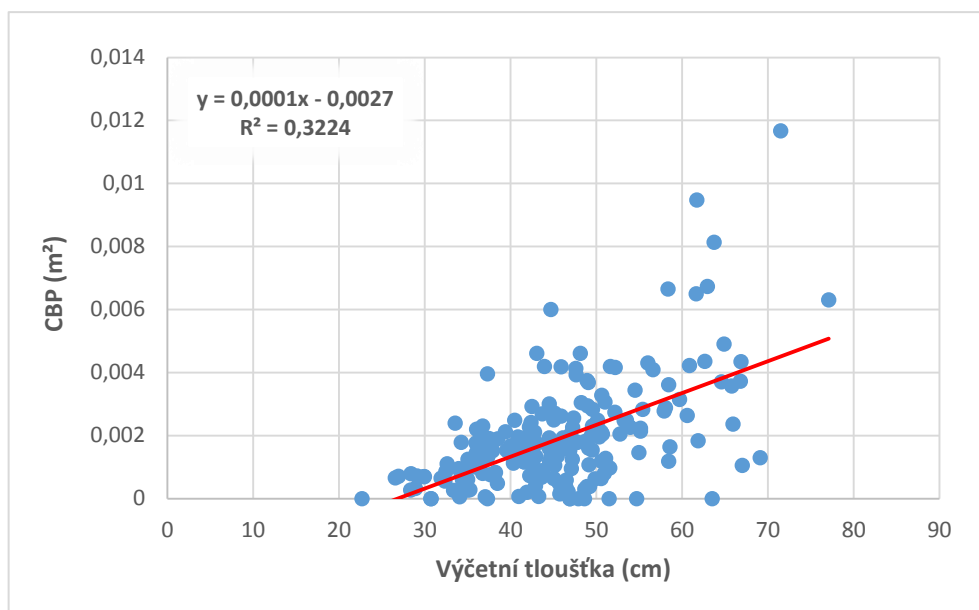
Tabulka 36: Vliv autoredukce na zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově a hektarové počty na monitorovací ploše B (plocha č. 3).

Vývoj zastoupení a hektarové počty na monitorovací ploše B					
Dřevina	Zastoupení (%)				
	1996	2000	2005	2012	2016
SM	96,85	95,44	88,37	-	90,00
MD	1,89	1,14	3,49	-	3,33
BK	0,63	1,14	1,16	-	3,33
DB	0,00	1,14	2,33	-	1,67
BŘ	0,00	0,00	3,49	-	1,67
HB	0,00	1,14	0,00	-	0,00
JŘ	0,63	0,00	1,16	-	0,00
Četnost (ks/ha)	99 375	55 000	53 750	-	37 500

Z tabulky (tabulka 36) je patrné, že za uplynulých 20 let se počet jedinců postupně zredukoval téměř trojnásobně. I zde chybí data z roku 2012. Dominantní dřevinou je stále smrk, který si drží celkem konstantní zastoupení.

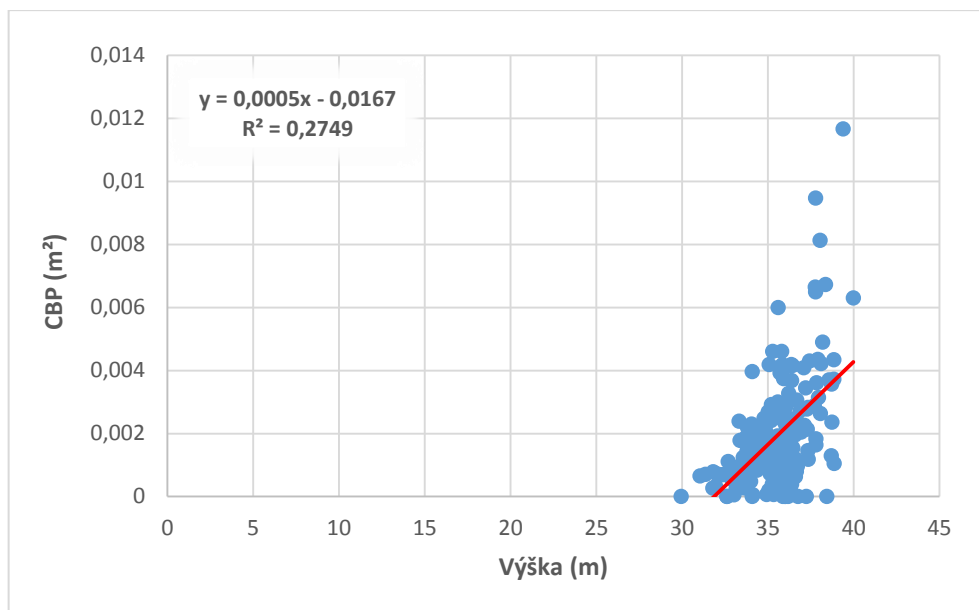
5.4. Statistické vyhodnocení

V této diplomové práci se také zkoumají závislosti vybraných dendrometrických veličin mezi sebou pomocí lineární regrese, která statisticky „odhaluje“ závislosti náhodných veličin. První testovanou dendrometrickou veličinou je běžný roční přírůst na kruhové základně (CBP) a jeho závislost na výčetní tloušťce, respektive kruhové základně, výšce nebo objemu stromu. Naměřené data byly proloženy lineární funkcí podle metody nejmenších čtverců.



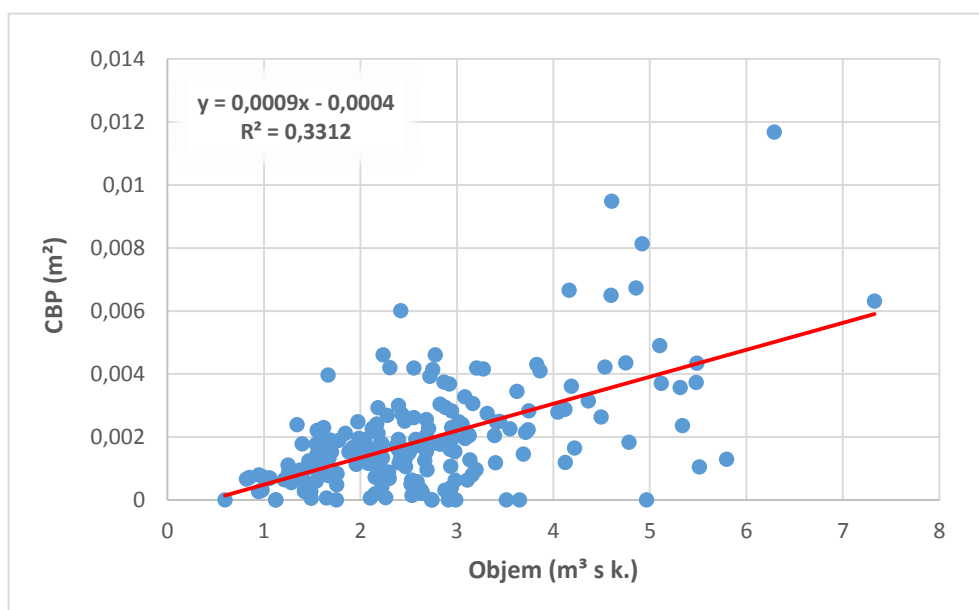
Graf 13: Vztah mezi běžným ročním přírůstem na kruhové základně a výčetní tloušťkou smrků horní etáže (porost 11 C 13).

Výsledky potvrzují mírnou závislost mezi těmito veličinami, tedy s rostoucí výčetní tloušťkou roste také přírůst na kruhové základně. Tento závěr je možno přenést i na výčetní kruhovou základnu, kterou primárně určuje právě výčetní tloušťka.



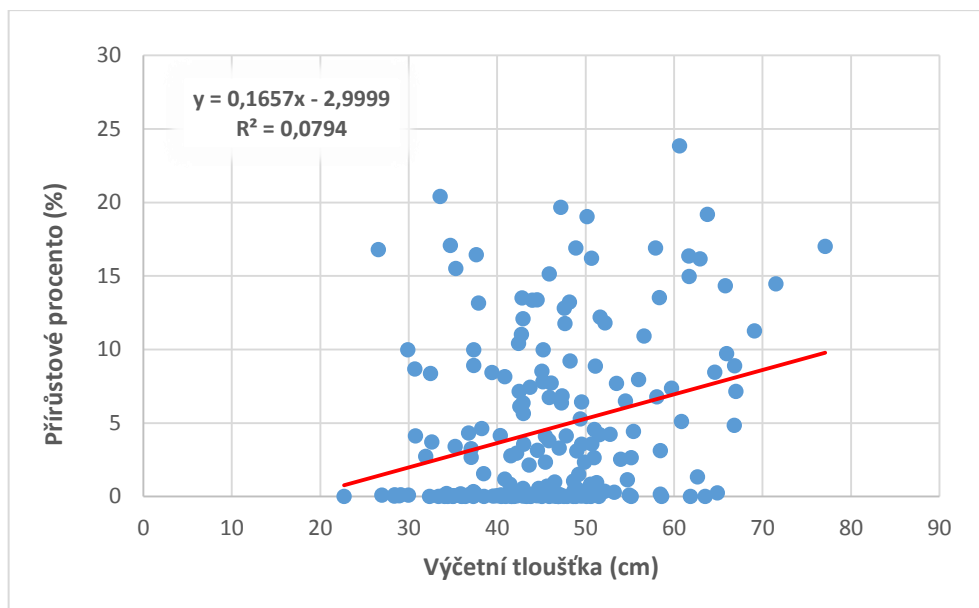
Graf 14: Vztah mezi běžným ročním přírůstem na kruhové základně a výškou smrků horní etáže (porost 11 C 13).

Výsledná závislost mezi těmito veličinami je nepatrně nižší než u předešlé regresní analýzy, ale přesto je možné říci, že s rostoucí výškou stromu roste také i jeho běžný přírůst na kruhové základně.



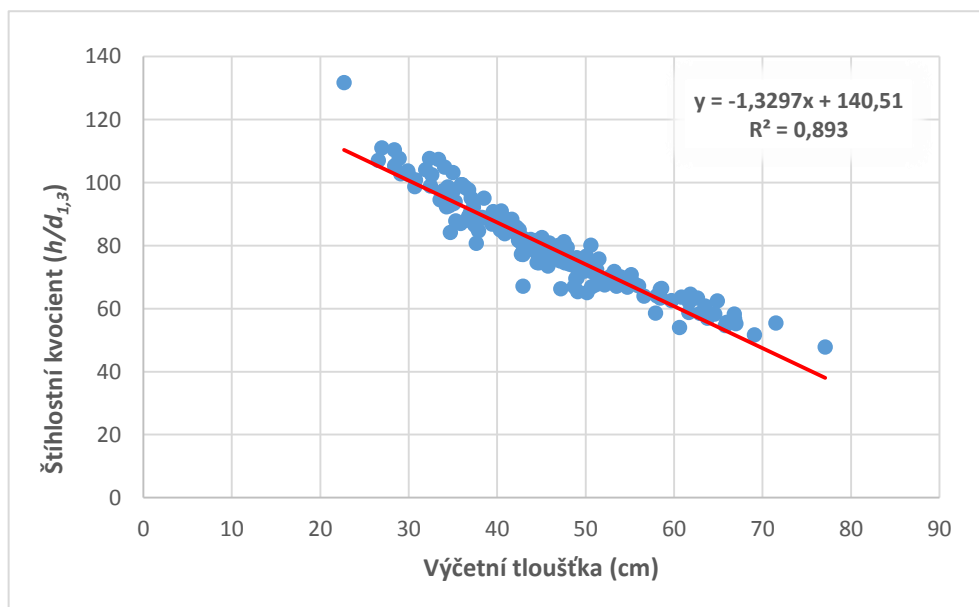
Graf 15: Vztah mezi běžným ročním přírůstem na kruhové základně a objemem smrků horní etáže (porost 11 C 13).

Výsledek potvrzuje závislost mezi těmito dendrometrickými veličinami, tedy s vyšším objemem stromu roste i jeho běžný roční přírůst na kruhové základně. Další zkoumanou veličinou je objemové přírůstové procento i jeho závislost na výčetní tloušťce.



Graf 16: Vztah mezi objemovým přírůstovým procentem a výčetní tloušťkou smrků horní etáže (porost 11 C 13).

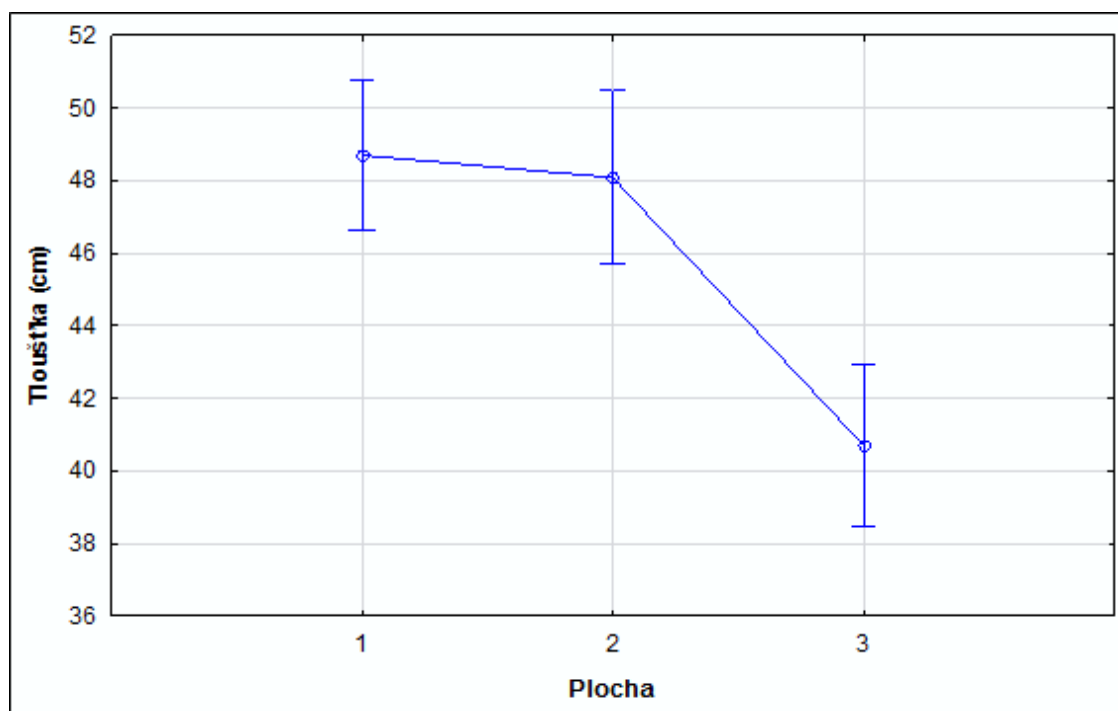
Z výsledného porovnání těchto dvou veličin vyplývá, že objemové přírůstové procento není vázáno na výčetní tloušťce smrku, tedy v tomto porostu je přírůst jednotlivých smrků závislý na něčem jiném. Poslední regresní analýza se snaží nalézt vztah mezi tloušťkou smrku a jeho stabilitou, která je vyjádřena štíhlostním kvocientem.



Graf 17: Vztah mezi štíhlostním kvocientem a výčetní tloušťkou smrků horní etáže (porost 11 C 13).

Z grafu můžeme vidět velmi silnou závislost mezi tloušťkou smrku a jeho mechanickou stabilitou. Tato klesající závislost v podstatě říká, že čím je kmen smrku tlustší, tím má vyšší stabilitu. Následující statistický test, jednofaktorová parametrická

ANOVA, porovnává jednotlivé trvalé výzkumné plochy mezi sebou pomocí průměru a rozptylu. Pro přesnější vyhodnocení těchto rozdílů byla použita Tukeyho metoda mnohonásobného porovnání.



Graf 18: Grafické znázornění rozdílů ve výčetních tloušťkách smrků mezi jednotlivými výzkumnými plochami pomocí jednofaktorové parametrické analýzy rozptylu (ANOVA).

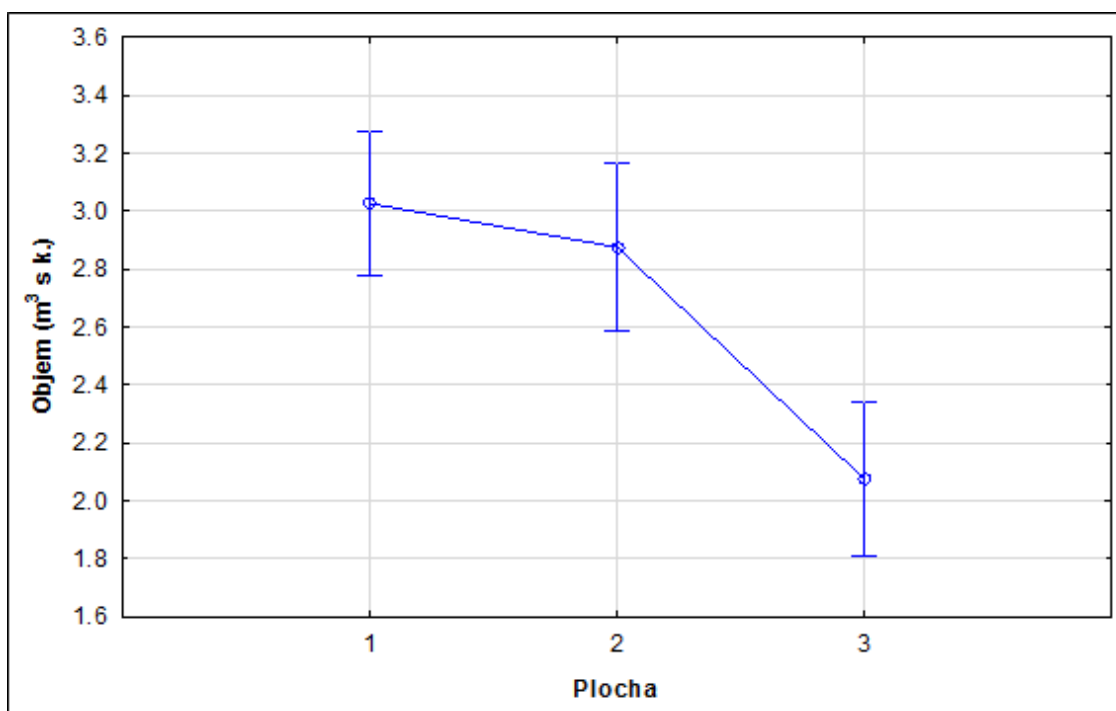
Z grafu 18 můžeme vidět, že smrky rostoucí na ploše č. 1 a ploše č. 2 jsou z pohledu dimenzí podobné, tedy plochy se od sebe příliš neliší. Rozdíl ale můžeme nalézt při porovnání těchto dvou ploch s poslední třetí plochou, na které mají smrky v průměru statisticky průkazně menší výčetní tloušťky.

Tabulka 37: Statistické vyhodnocení trvalých vědeckých ploch mezi sebou pomocí Tukeyho metody mnohonásobného porovnání, kde sledovanou veličinou jsou výčetní tloušťky smrků.

Tukeyho metoda mnohonásobného porovnání			
	Plocha č. 1	Plocha č. 2	Plocha č. 3
Plocha č. 1	-	0,921765	0,000022
Plocha č. 2	0,921765	-	0,000044
Plocha č. 3	0,000022	0,000044	-

Z tabulky 37 je patrné, že podobnost mezi první a druhou výzkumnou plochou je statisticky významná, tedy hypotéza H_0 zde platí. Opačná situace nastává při porovnání plochy č. 3 s ostatními výzkumnými plochami. V tomto případě nulovou hypotézu zamítáme, tedy připouštíme statisticky významný rozdíl.

Další testovanou dendrometrickou veličinou, pomocí které sledujeme podobnost trvalých výzkumných ploch mezi sebou, je objem hroubí smrků.



Graf 19: Grafické znázornění rozdílů v objemu hroubí smrků mezi jednotlivými výzkumnými plochami pomocí jednofaktorové parametrické analýzy rozptylu (ANOVA).

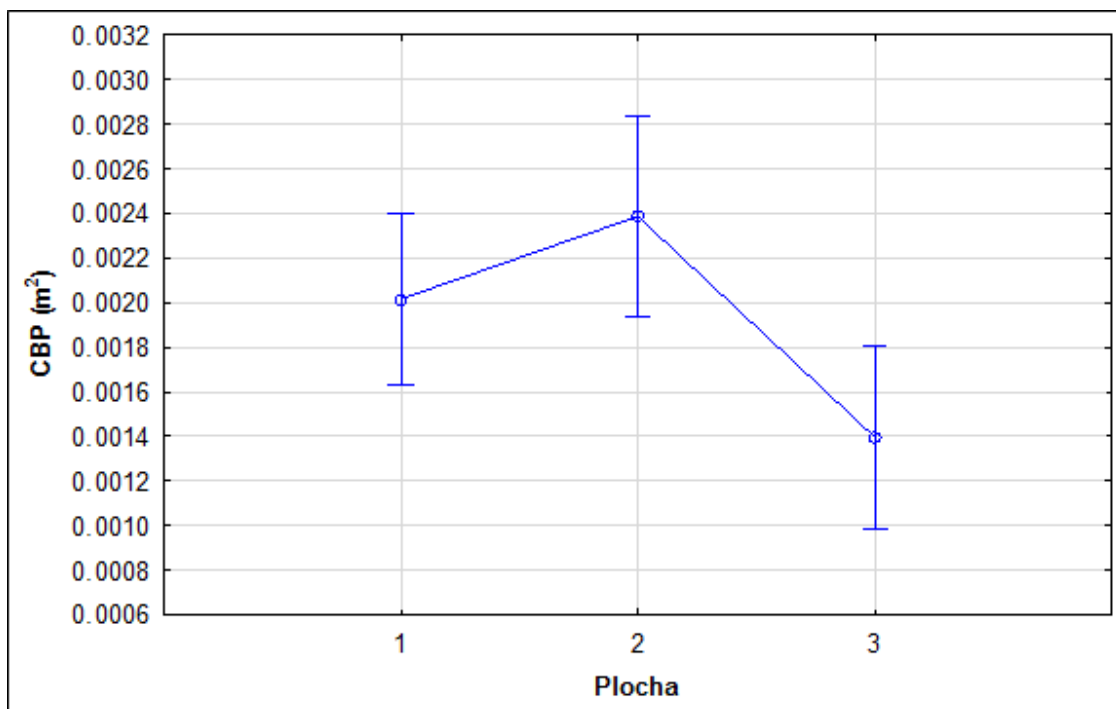
Tento výsledek připomíná předchozí analýzu (graf 18). Výjimkou je pouze o něco výraznější rozdíl mezi první a druhou plochou, ale i přesto jsou tyto výzkumné plochy, z pohledu objemu smrků, podobné. Třetí plocha také i zde vykazuje významný rozdíl ve srovnání s ostatními plochami, tedy objemy smrků rostoucí na této ploše jsou v průměru nižší než u první a druhé plochy.

Tabulka 38: Statistické vyhodnocení trvalých vědeckých ploch mezi sebou pomocí Tukeyho metody mnohonásobného porovnání, kde sledovanou veličinou jsou objemy hroubí smrků.

Tukeyho metoda mnohonásobného porovnání			
	Plocha č. 1	Plocha č. 2	Plocha č. 3
Plocha č. 1	-	0,713827	0,000022
Plocha č. 2	0,713827	-	0,000179
Plocha č. 3	0,000022	0,000179	-

Z tabulky 38 je patrné, že podobnost mezi první a druhou výzkumnou plochou je statisticky významná podstatně nižší než v předcházející analýze, ale hypotéza H_0 stále platí. Podobná situace platí také pro výzkumnou plochu č. 3, kde při porovnání s ostatními výzkumnými plochami nenacházíme takřka žádnou podobnost. V tomto případě nulovou hypotézu zamítáme, tedy připouštíme statisticky významný rozdíl.

Poslední testovanou dendrometrickou veličinou, pomocí které sledujeme podobnost trvalých výzkumných ploch mezi sebou, je celkové běžný přírůst na kruhové základně smrků ve výčetní výšce.



Graf 20: Grafické znázornění rozdílů celkového běžného přírůstu na kruhové základně mezi jednotlivými výzkumnými plochami pomocí jednofaktorové parametrické analýzy rozptylu (ANOVA).

Z grafu 20 můžeme jasně vidět, že CBP smrků rostoucí na první, druhé a třetí výzkumné ploše se od sebe výrazně liší. Výsledky vícenásobného porovnávání nalezneme v následující tabulce (tabulka 39).

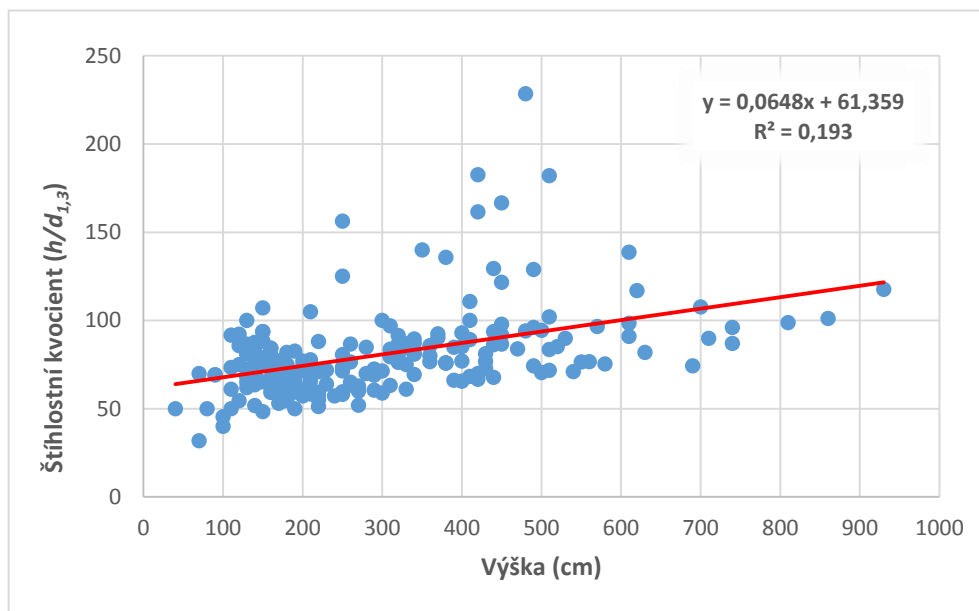
Tabulka 39: Statistické vyhodnocení trvalých vědeckých ploch mezi sebou pomocí Tukeyho metody mnohonásobného porovnání, kde sledovanou veličinou CBP na kruhové základně smrků.

Tukeyho metoda mnohonásobného porovnání			
	Plocha č. 1	Plocha č. 2	Plocha č. 3
Plocha č. 1	-	0,429920	0,077075
Plocha č. 2	0,429920	-	0,003874
Plocha č. 3	0,077075	0,003874	-

Tato tabulka (tabulka 39) nám prozrazuje, že rozdíl mezi první a druhou plochou je poměrně velký, ale nulovou hypotézu nezamítáme. Nulovou hypotézu také nemůžeme zamítnout mezi první a třetí výzkumnou plochou, ale rozdíl je už významný. Statisticky významný rozdíl nalezneme mezi druhou a třetí plochou, v tomto případě můžeme hypotéza H_0 zamítnout.

Regresní analýza byla také vyhodnocena pro přirozené zmlazení (jedinci jejichž výčetní tloušťka nedosáhla registrační hranice 7 cm), tedy nejnižší stromové patro. Přirozené zmlazení může být negativně ovlivněno abiotickými činiteli, hlavně pak sněhem, proto se posuzuje jeho mechanická stabilita. Stabilita přirozeného zmlazení se

vyjadřuje pomocí štíhlostního poměru, v tomto případě se ale jedná o poměr výšky stromu a tloušťky krčku nikoli výčetní tloušťky. Pro nalezení závislosti mezi stabilitou stromu s jeho výškou byla použita právě regresní analýza. Touto analýzou nebyly podrobeny jednotlivé monitorovací plochy zvlášť, ale byly uvažovány jako jeden celek, tedy všichni jedinci nacházející se na monitorovacích plochách s označením E, F, D, H, A a B.



Graf 21: Vztah mezi štíhlostním kvocientem a výškou všech jedinců nacházejících se na monitorovacích plochách E, F, D, H, A a B (porost 11 C 13).

Z těchto výsledků vyplývá, že mezi štíhlostním kvocientem a výškou zmlazení je slabá závislost, tedy s rostoucí výškou klesá stabilita stromu. Přirozené zmlazení rostoucí v zástinu, které se nachází pod clonou mateřského porostu, výškově nepřirůstá tak intenzivně jako jedinci rostoucí ve skupině na otevřené ploše. Můžeme tedy říci, že hospodářství uplatňující zásady trvalosti a nepřetržitosti lesního porostu (clonný, popřípadě výběrný způsob hospodaření), pomalejším růstem podporuje stabilitu stromů.

6. Diskuze

Předkládaná diplomová práce se zabývá problematikou přírodě blízkých způsobů hospodaření v našich lesích, hlavně pak výběrným způsobem hospodaření. Mezi hlavní znaky tohoto způsobu hospodaření patří využívání přírodních zákonitostí, například přirozené zmlazení, v maximální míře nebo zachování trvalosti a nepřetržitosti lesního porostu během obnovní těžby. V této práci je také řešena problematika přestavby lesního porostu, problematika individuálního výběru stromů k těžbě a vývoj přirozeného zmlazení ve výškově a tloušťkově diferenciovaném porostu.

Praktická část analyzuje horní etáž, spodní etáž a přirozenou obnovu na třech trvalých výzkumných plochách nacházející se ve fázi přestavby, konkrétně ve Školním lesním podniku v Kostelci nad Černými horami v porostu 11 C 13 u obce Jevany. Původně se jednalo o stejnověký převážně smrkový porost, kde obnova porostu byla zahájena úzkými holosečemi, které byly následně zalesněny umělou obnovou buku a dubu. Zbylé části porostu byly poté prosvětleny, tedy byly vytvořeny vhodné podmínky pro přirozenou obnovu, která se zde také začala postupně objevovat (REMEŠ 2003). Tato práce navazuje na předchozí výzkumy zaměřené na obnovu tohoto porostu a jeho další postup s uplatněním přírůstkového kritéria mytní zralosti (REMEŠ 2003, REMEŠ et al. 2008) a na výsledných dendrometrických veličinách zjištěných pro každou výzkumnou plochu a každou etáž zvlášť (KUTHAN 2013).

Z výsledků této práce je patrné, že si stromy horní etáže na každé výzkumné ploše zachovávají i v poměrně vysokém věku vysoký přírůst a stále zvyšují svoje dendrometrické veličiny (průměrná tloušťka, výška a objem). Závislost mezi průměrným ročním přírůstem na kruhové základně a těmito veličinami byla prokázána, nicméně nevykazovala takovou silnou závislost, jako uvádí ve své práci Remeš (2003), tedy lze říci, že s postupným vývojem tohoto porostu klesají korelační koeficienty mezi CBP a testovanými základními dendrometrickými veličinami. Je ale vhodné říci, že v této práci, při vyhodnocování těchto závislostí, byla použita výhradně lineární regrese, naproti tomu Remeš vyhodnocoval tyto vztahy pomocí mocninové regrese. Nejsilnější závislost byla v této práci zjištěna mezi CBP a objemem stromu, jen o nepatrně slabší závislost vyšla mezi CBP a výčetní tloušťkou. Naproti tomu nejslabší závislosti byla vyhodnocena pro výšku stromů.

Výsledné roční objemové přírůsty každé výzkumné plochy, byly porovnány s výstupy diplomové práce Kuthana a výsledky potvrzují, že průměrný roční objemový přírůst na všech třech plochách poklesl přibližně o 2 m³ s kůrou na jeden hektar. Příčin tohoto poklesu mohlo být několik. První příčinou je dosavadní přítomnost stromů, které už v roce 2012 dosáhly nebo dokonce překročily kulminaci. Na výzkumné ploše č. 1 se

nachází celkem 13 smrků a jedna jedle (jedinci nesou označení 3, 11, 20, 26, 34, 40, 43, 46, 54, 56, 73, 82, 91 a 99), kteří už měly být vytěženy. Podobně je na tom i plocha č. 2, kde se nachází celkem 9 smrků (s označením 4, 9, 12, 40, 42, 52, 53, 68 a 88) a na ploše č. 3 se také nachází celkem 14 smrků (s označením 4, 17, 24, 32, 33, 34, 35, 37, 40, 49, 63, 70, 77 a 88) (KUTHAN 2013). Ponecháním těchto mytně zralých jedinců v porostu může docházet ke snižování nebo brždění produkčního potenciálu celého porostu. Další možnou příčinou sníženého průměrného ročního přírůstu může být také sušší a teplejší období v uplynulých letech. V této práci byla také vyhodnocena velmi slabá závislost mezi objemovým přírůstovým procentem a výčetní tloušťkou smrku. K podobnému závěru došel ve své práci také Remeš, kde prokázal korelaci mezi objemovým přírůstem a výčetní tloušťkou smrku spolu s jeho cenotickým postavením v porostu (REMEŠ 2003). Tato závislost byla významnější než závislost vyhodnocená v této práci.

Štíhlostní kvocient je důležitým ukazatelem mechanické stability stromu nebo celého porostu a tato práce prokázala velmi silnou závislost mezi právě tímto kvocientem a výčetní tloušťkou smrku horní etáže v tomto porostu.

Vývoj zastoupení horní etáže za posledních 5 vegetačních období naznačuje, že na první a druhé ploše smrk ztepilý mírně zmenšuje svoje zastoupení v této etáži. Opačný případ můžeme pozorovat na třetí ploše, kde smrk zvyšuje svoje zastoupení v horní etáži. Tento vývoj je téměř shodný s vývojem zastoupení mezi lety 2006 a 2012, které vyhodnotil Kuthan ve své práci, tedy vývoj dřevinné skladby v porostu se nezměnil. Změny v druhové skladbě spodní etáže jsou výraznější než v horní, konkrétně pak u světlo milných nebo pionýrských dřevin, ale zastoupení hlavních dřevin (smrk, jedle, buk) nevykazuje příliš dramatický vývoj. Můžeme si také všimnout, že od poslední porostní inventarizace (duben 2012) se počet stromů v této etáži, na všech třech výzkumných plochách, téměř zdvojnásobil (dorost do kmenoviny).

Při hodnocení mytní zralosti stromu na první výzkumné ploše bylo nalezeno celkem 29 stromů (27 smrků a dvě jedle), jejichž celkový průměrný roční přírůst na kruhové základně byl vyšší než roční přírůst běžný. Nesmíme ale zapomenout, že čtrnácti stromům z tohoto počtu, tedy téměř polovině, byla už v roce 2012 určena mytní zralost. Kuthanova práce uvádí, že na této ploše se našlo 38 stromů po kulminaci přírůstu na kruhové základně, které tvořily 40,86 % všech stromů. V této práci bylo nalezeno nových 15 mytně zralých stromů, které tvoří 19,74 % všech stromů horní etáže (při výpočtu nebyly uvažovány stromy, které měly být už vytěženy). Z porovnání těchto dvou hodnot můžeme vyvodit, že přírůstový potenciál je pořád velmi vysoký. Na druhé výzkumné ploše bylo nalezeno celkem 16 mytně zralých smrků. Také i zde se nacházelo ještě devět

smrků, kteří už v roce 2012 byli určeni k těžbě. Kuthan uvádí, že na této ploše bylo nalezeno 35 jedinců po kulminaci přírůstu na kruhové základně, kteří tvořili 55,56 % všech stromů horní etáže. V této práci bylo nalezeno nových 7 mýtně zralých stromů, kteří tvoří 14,29 % všech stromů (podobně jako v předchozím případě, nebyly uvažovány stromy, které měly být už vytěženy). Také i v tomto případě můžeme vidět pokles, tedy vysoký přírůstový potenciál této výzkumné plochy. Podobný výsledek platí i pro poslední, tedy třetí výzkumnou plochu, kde bylo nalezeno celkem 24 mýtně zralých smrků. Stejně jako v prvním případě, i zde byla mýtní zralost určena čtrnácti smrkům už v roce 2012. Kuthanová práce uvádí, že na této ploše byla mýtní zralost konstatována u 48 stromů, kteří tvořili 64,76 % všech stromů horní etáže. Tato práce vyhodnotila mýtní zralost u deseti nových stromů, které tvoří 18,52 % všech jedinců na této ploše (podobně jako v předchozích případech, nebyly uvažovány stromy, které měly být už vytěženy). Tento pokles naznačuje, že mýtní zralost není zcela závislá na věku stromu, tedy s rostoucí věkem celého porostu se zatím počet stromů, které dosáhly mýtní zralosti, nezvyšuje. Výsledky také ukazují, že na každé výzkumné ploše jsou dendrometrické veličiny (výčetní tloušťka, výška a objem) mýtně zralých stromů v průměru nižší než pro celou horní etáž.

Hodnocení vývoje přirozeného zmlazení bylo v této práci zaměřeno na změny druhového složení a autoredukci. Z výsledku je patrné, že dominantní dřevinou, na všech monitorovacích plochách je smrk ztepilý, ale v důsledku autoredukčního vlivu porostu jeho zastoupení mírně klesá. Toto silné zastoupení může hrát v budoucnosti velice důležitou roli, a to z pohledu dřevinné skladby budoucích spodních etáží. Je vhodné podotknout, že druhové složení je poměrně velmi pestré a stále i husté. Monitorovací plocha s nejmenší četností, je plocha F, kde se nachází 13 125 jedinců přepočteno na jeden hektar, tedy pro srovnání je to téměř dvojnásobek minimálního počtu pro výsadbu smrku. Naproti tomu monitorovací plocha s nejvyšší četností je plocha B, kde se stále nachází až 37 500 jedinců na hektar. Můžeme si také všimnout, že jedle bělokorá, která tuto konkurenci dokáže nejlépe snášet, ve zmlazení skoro nenajdeme. Výskyt jedle ve zmlazení je pouze omezen na monitorovací plochy (E a F) nacházející se na první trvalé výzkumné ploše. Autoredukční schopnost stanoviště se mírně snižuje. Tento závěr se shoduje s Kuthanovou prací (KUTHAN 2013). Přesně vyhodnocení ale bohužel mezi lety 2012 a 2016 chybí, protože v roce 2012 nebyly do inventarizace zahrnuty některé dřeviny nebo celé monitorovací plochy. I přes tento nedostatek můžeme vyvodit, že za uplynulých 20 let pozorování a měření, se počet jedinců v přirozeném zmlazení v průměru dvojnásobně až trojnásobně zredukoval z původního počtu. Podobně jako u horní etáže, zde také byla hodnocena závislost mezi stabilitou

zmlazení a jeho výškou, případně tloušťkou kořenového krčku. Je zajímavé, že v případě tloušťky krčku nebyla prokázána závislost, jako v případě horní etáže (výčetní tloušťka), kde se prokázala za velmi silnou. Slabá závislost byla vyhodnocena pouze u výšky přírodního zmlazení, tedy s rostoucí výškou stabilita klesá. K podobným výsledkům dospěl Kuthan ve své práci, jen s tím rozdílem, že výsledné závislosti byly silnější (KUTHAN 2013).

7. Závěr

Tato práce hodnotila vývoj struktury porostu, který se nachází ve fázi přestavby, jeho objemový přírůst a také průběh vývoje přirozeného zmlazení. Z výsledků vyplývá, že zastoupení jednotlivých dřevin v horní etáži je v průměru konstantní, tedy za uplynulých deset let nedošlo ani na jedné výzkumné ploše k razantní změně zastoupení dřevinné skladby. Dřevinná skladba spodní etáže, která postupně vyrostla z přirozeného zmlazení, je poměrně bohatší na dřeviny než horní etáž, ale stále v ní dominuje smrk ztepilý. Porostní struktura na všech třech trvalých výzkumných plochách je v zásadě velmi podobná. V roce 2006 tvořil porost pouze jednu etáž s výskytem přirozeného zmlazení v podrostu. V roce 2012 už v porostu můžeme nalézt jedince, kteří ve výčetní výšce dorostli registrační tloušťky, tedy se vytvořila spodní etáž. V roce 2016 je tato etáž už plně rozvinutá a dále se tloušťkově a výškově diferencuje.

Autoredukční schopnost porostu, která převážně působí na přírodní zmlazení, byla v prvních fázích intenzivnější, ale postupně tato schopnost porostu slábne. Také si můžeme všimnout, že jedle bělokorá není v přirozeném zmlazení příliš zastoupená, tedy nemůže v budoucím porostu výrazně zvýšit svoje zastoupení. Tady je ale třeba zdůraznit, že tento výsledek je ovlivněn malým počtem monitorovacích ploch a jejich rozmístěním.

Při výpočtu celkového běžného přírůstu a následném porovnání tohoto přírůstu vypočítaného v minulých letech, můžeme jasně pozorovat poměrně výrazné snížení objemové přírůstu na všech třech trvalých výzkumných plochách. Na první výzkumné ploše činí celkový běžný přírůst $9,01 \text{ m}^3 \text{ s k./ha}$ za rok, to je o $2,55 \text{ m}^3 \text{ s k./ha}$ míň než přírůst vypočítaný mezi lety 2006 a 2012. Celkový běžný přírůst na druhé výzkumné ploše činí $12,10 \text{ m}^3 \text{ s k./ha}$, tedy přírůst se snížil o $1,30 \text{ m}^3 \text{ s k./ha}$ v porovnání s obdobím mezi lety 2006 a 2012. Na poslední třetí výzkumné ploše tento přírůst činí $9,30 \text{ m}^3 \text{ s k./ha}$. V porovnání s předchozím měřením se přírůst na této ploše snížil o $2,89 \text{ m}^3 \text{ s k./ha}$. Můžeme si tedy všimnout, že v uplynulých pěti vegetačních obdobích se v tomto porostu (11 C 13) snížil celkový běžný přírůst v průměru o $2 \text{ m}^3 \text{ s k./ha}$ za jeden rok.

Mýtní zralost jednotlivých stromů byla vyhodnocena podle přírůstového kritéria profesora Polena, tedy podle kulminace celkového průměrného přírůstu na kruhové základně. V první výzkumné ploše bylo nalezeno celkem 29 stromů po kulminaci těchto přírůstů. Z tohoto počtu ale u 14 stromů byla vyhodnocena mýtní zralost už v roce 2012. Počet mýtně zralých stromů nacházejících se ve druhé výzkumné ploše je 16, ale také zde u celkem 9 jedinců, byla už v roce 2012 stanovena mýtní zralost. Podobná situace je i ve třetí výzkumné ploše, kde se nachází 24 zralých stromů, a 14 stromům z tohoto počtu byla vyhodnocena mýtní zralost už v roce 2012. Tyto konkrétní výsledky mohou sloužit jako doporučení pro lesního hospodáře při výběru stromů určených k těžbě. Přednostně by se měli z porostu odstranit především ti jedinci, u kterých byla mýtní zralost vyhodnocena už v roce 2012, teprve poté by měli následovat zbylí jedinci s mýtní zralostí stanovenou v roce 2016.

V této práci byly prokázány, pomocí regresních analýz, vztahy mezi vybranými dendrometrickými veličinami (výčetní tloušťka, výška a objem) a celkovým běžným přírůstem na kruhové základně. Nejsilnější korelační vztah, ale přesto poměrně slabý, vyšel mezi CBP a objemem stromu. Poté následovala výčetní tloušťka a nejslabší vztah byl vyhodnocen pro výšku stromu. Velmi těsná závislost se prokázala mezi štíhlostním kvocientem a výčetní tloušťkou stromu, tedy stabilita stromu výrazně závisí na jeho tloušťce.

Z výsledků jednofaktorové analýzy rozptylu (ANOVA) vyplývá, že mezi třetí výzkumnou plochou a ostatními plochami (plocha č. 1, plocha č. 2) je statisticky významný rozdíl z pohledu podobnosti dimenzí, objemu a CBP jednotlivých stromů.

8. Seznam použité literatury

BELLEMARE, Jesse; MOTZKIN, Glenn; FOSTER, David R. Legacies of the agricultural past in the forested present: an assessment of historical land-use effects on rich mesic forests. *Journal of Biogeography*. 2002, vol. 29, no. 10-11, s. 1401-1420. ISSN 1365-2699

CAMERON, Andrew D.; HANDS, Michael O. R. Developing a sustainable irregular structure: an evaluation of three inventories at 6-year intervals in an irregular mixed-species stand in Scotland. *Forestry*. 2010, vol. 83, no. 5, s. 469-475. ISSN 0015-752X

JADUŇ, Jan. *Proceedings of Central European Silviculture : Výškové postavenie jedle bielej a smreka obyčajného v štruktúre výberkových lesov*. 1. vydání. Brno : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2013. 96-105 s. ISBN 978-80-213-2381-0

JAWORSKI, A.; KOLODZIEJ, ZB.; PORADA, K. Structure and dynamics of stands of primeval character in selected areas of the Bieszczady National Park. *Journal of Forest Science*. 2002, vol. 48, no. 5, s. 185-201. ISSN 1212-4834

KORPEL', Štefan; et al. *Pestovanie lesa*. 1. vydání. Bratislava : Príroda, 1991. 472 s. ISBN 80-07-00428-9

KORPEL', Štefan; SANIGA, Milan. *Prírode blízke pestovanie lesa*. 1. vydání. Zvolen : Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov LVH SR Zvolen, 1995. 158 s. ISBN 80-88677-30-0

KOZEL, Jan. Převod holosečného hospodářského způsobu na způsob výběrný : *Disertační práce*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006. 173 s.

KRAUS, Miloš; HORT, Libor. *Pro silva Bohemica deset let přestavby pasečného lesa : Příkladové objekty přírodě blízkého obhospodařování lesa v Česku*. 1. vydání. Brno : Lesnická práce, 2006. 68 s. ISBN 978-80-87154-13-7

KUTHAN, Jiří. Dynamika růstu a obnovy porostu při uplatňování jednotlivého výběru k mýtní těžbě : *Diplomová práce*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2013. 128 s.

LINDENMAYER, David B.; FRANKLIN, Jerry F. *Conserving Forest Biodiversity : A Comprehensive Multiscaled Approach*. Washington : Island Press, 2002. 351 s. ISBN 1-55963-935-0

MARUŠÁK, Róbert; KAŠPAR, Jan. *Hospodářská úprava lesa II*. 1. vydání. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2016. 120 s. ISBN 978-80-213-2617-0

MATĚJŮ, Karel. *Příklady druhové, časové a prostorové úpravy porostní*. 1. vydání. Praha : SZN, 1958. 245 s.

MAUER, Pavel; TLUHLÁŘ, Jiří. Přeměna smrkových porostů podsadbami. *Lesnická práce*. 2005, vol. 84, no. 8, s. 412-413 ISSN 0322-9254

PETRÁŠ, Rudolf; MECKO, Julian. *Proceedings of Central European Silviculture : Rubná zrelosť porastov smreka, jedle a buka*. 1. vydání. Brno : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2013. 96-105 s. ISBN 978-80-213-2381-0

PETRÁŠ, Rudolf; PAJTÍK, Josef. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. *Lesnícky časopis - Forestry Journal*. 1991, vol. 37, no. 1, s. 49-56 ISSN 0323-1046

PLÍVA, Karel. Typologický klasifikační systém ÚHÚL. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 1987. 52 s.

POLENO, Zdeněk. *Výběr jednotlivých stromů k obnovní těžbě v pasečném lese*. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy : Lesnické práce s.r.o., 1999. 127 s. ISBN 80-86386-01-5

POLENO, Zdeněk; VACEK, Stanislav; et al. *Pěstování lesů II. : Teoretická východiska pěstování lesů*. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, s.r.o., 2007. 464 s. ISBN 978-80-87154-09-0

PROCHÁZKA, Jiří; LEVÝ, Pavel; KOHOUT, Jan. *Proceedings of Central European Silviculture : Vnásení jedle bělokoré a buku lesního do jehličnatého lesa v rámci jeho přestavby na LÚ Klokočná*. 1. vydání. Brno : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2013. 96-105 s. ISBN 978-80-213-2381-0

PRŮŠA, Eduard. Kde je oprávněný hospodářský výběrný les v našich podmínkách?. *Lesnická práce*. 1999, vol. 78, no. 12, s. 550-552. ISSN 0322-9254

REMEŠ, Jiří. Analýza podrostního způsobu obnovy porostu s uplatněním přírůstkového kritéria mýtní zralosti : *Disertační práce*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2003. 291 s.

REMEŠ, Jiří. 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*. 2006, vol. 52, no. 4, s. 158-171. ISSN 1212-4834

REMEŠ, Jiří; BÍLEK, Lukáš. *Lesnický průvodce : Obnova a strukturalizace přírodě blízkých porostů ve středních polohách*. Opočno : Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2014. 36 s. ISBN 978-80-7417-089-8

REMEŠ, Jiří; KOZEL, Jan. Structure, growth and increment of the stands in the course of stand transformation in the Klokočná Forest Range. *Journal of Forest Science*. 2006, vol. 52, no. 12, s. 537-546 ISSN 1212-4834

REMEŠ, Jiří; KUŠTA, Tomáš; ZEHNÁLEK, Pavel. Struktura a vývoj dlouhodobě cloněných nárostů v systému přírodě blízkého hospodaření v lesích. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2008, vol. 53, no. Special, s. 41-48. ISSN 1805-9872

REMEŠ, Jiří; PODRÁZSKÝ, Vilém. *Pro silva Bohemica deset let přestavby pasečného lesa : Přestavba monokulturálního smrkového lesa na příkladu ŠLP Kostelec nad Černými lesy*. 1. vydání. Brno : Lesnická práce, 2006. 68 s. ISBN 978-80-87154-13-7

SANIGA, Milan. Vplyv rôznej dĺžky a stupňa clonenia na rastové ukazovatele smreka a buka pri kombinovanej obnove. *Lesnícky časopis : Forestry journal*. 1995, vol. 41, no. 1, s. 11-20. ISSN 0323-1046

SANIGA, Milan; BRUCHÁNIK, Rudolf. *Prirode blízke obhospodarovanie lesa*. 1. vydání. Zvolen : Národné lesnícké centrum, 2009. 104 s. ISBN 978-80-8093-088-2

SANIGA, Milan; DENDYS, Pavol. *Rekonštrukcie smrekových porastov*. 1. vydání. Zvolen : Vydavateľstvo TU vo Zvolene, 2015. 36 s. ISBN 978-80-228-2808-6

SANIGA, Milan; PITTNER, Ján; BALANDA, Miroslav. *Proceedings of Central European Silviculture : Vplyv výberkového rubu na štruktúru a dynamiku prirodzenej obnovy v bukovom výberkovom lese*. 1. vydání. Brno : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2013. 96-105 s. ISBN 978-80-213-2381-0

SCHÜTZ, Jean-Philippe. Close-to-nature silviculture: is this concept compatible with species diversity?. *Forestry*. 1999, vol. 72, no. 4, s. 359-366. ISSN 0015-752X

SCHÜTZ, Jean-Philippe. Die waldbauliche Formen und die Grenzen der Plenterung mit Laubbaumarten. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*. 1992, vol. 143, no. 6, s. 442-460. ISSN 0036-7818

SCHÜTZ, Jean-Philippe. Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. *Forest Ecology and Management*. 2001, vol. 151, s. 87-94. ISSN 0378-1127

SCHÜTZ, Jean-Philippe. Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures. *Forestry*. 2002, vol. 75, no. 4, s. 329-337. ISSN 0015-752X

SCHÜTZ, Jean-Philippe. Uneven-aged silviculture: tradition and practices. *Forestry*. 2002, vol. 75, no. 4, s. 327-328. ISSN 0015-752X

SIMON, Jaroslav; VACEK, Stanislav; et al. *Hospodářská úprava lesů : Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů*. 1. vydání. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 126 s. ISBN 978-80-7375-131-9

SOUČEK, Jiří. Možnosti použití výběrného hospodaření v ČR. *Lesnická práce*. 2003, vol. 82, no. 7, s. 354-355. ISSN 0322-9254

SOUČEK, Jiří; TESAŘ, Vladimír. *Lesnický průvodce : Metodika přestavby smrkových monokultur na stanovištích přirozených smíšených porostů*. Opočno : Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2008. 37 s. ISBN 978-80-7417-000-3

ŠACH, František. Rámcový postup převodu lesa pasečného na les výběrný. *Lesnická práce*. 1998, vol. 77, no. 12, s. 455. ISSN 0322-9254

ŠILHÁNEK, Jiří. Conversion of even aged forest managed under the system involving coupes to selection forest in Klepačov. *Journal of Forest Science*. 2008, vol. 54, no. 10, s. 465-475. ISSN 1212-4834

ŠMELKO, Štefan. *Dendrometria*. 1. vydání. Zvolen : Vydavateľstvo TU vo Zvolene, 2000. 399 s. ISBN 80-228-0962-4

TESAŘ, Vladimír; KRAUS, Miloš. Přestavba smrkových monokultur na příkladových objektech u nás. *Lesnická práce*. 2004, vol. 83, no. 6, s. 16-18. ISSN 0322-9254

VACEK, Stanislav; PODRÁZSKÝ, Vilém. *Pěstování lesů : Přírodě blízké lesní hospodářství v podmínkách střední Evropy*. 1. vydání. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006. 74 s. ISBN 80-213-1561-X

VACEK, Zdeněk; VACEK, Stanislav; REMEŠ, Jiří; ŠTEFANČÍK, Igor; BULUŠEK, Dan; BÍLEK, Lukáš. Struktura a modelový vývoj lesních porostů v NPR Trčkov - CHKO Orlické hory, Česká republika. *Lesnícky časopis - Forestry Journal*. 2013, vol. 59, no. 4, s. 248-263. ISSN 0323-1046