

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra hospodářské úpravy lesů

**Posouzení tloušťkové struktury vybraných porostů na polesí
Skalice ŠLP Kostelec nad Černými lesy**

Diplomová práce

Autorka: Bc. Kateřina Kupková

Vedoucí práce: Ing. Jan Kašpar, Ph.D.

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Kateřina Kupková

Lesní inženýrství
Lesní inženýrství

Název práce

Posouzení tloušťkové struktury vybraných porostů na polesí Skalice ŠLP Kostelec nad Černými lesy

Název anglicky

Assessment of the diameter structure of selected forest stands in the Skalice forest district of the University Forest Enterprise Kostelec nad Černými lesy

Cíle práce

Cílem práce je změřit a zhodnotit tloušťkovou strukturu ve vybraných porostech oddělení 510 v polesí Skalice Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy. Zhodnocení bude provedeno i na základě modelů tloušťkové struktury výběrného lesa. Součástí práce bude i návrh těžebních opatření s cílem postupné přestavby porostů.

Metodika

- 1) Změřit výčetní tloušťky všech stromů v minimálně třech porostech/porostních skupinách, které zahrnují minimálně dvě etáže.
- 2) Posoudit získané tloušťkové struktury pomocí standardních porostních charakteristik.
- 3) Porovnat získané tloušťkové struktury s modely ideální tloušťkové struktury výběrného lesa.
- 4) Na základě výsledků navrhnout hospodářská opatření pro postupnou přestavbu porostů na tloušťkově diferencovanější.

Harmonogram

duben – srpen 2021 – identifikace porostů a sběr dat

září – prosinec 2021 – analýza získaných tloušťkových struktur

leden – únor 2022 – vytvoření hospodářských doporučení

březen 2022 – předložení práce a kontrola výsledků a diskuze

Doporučený rozsah práce

40

Klíčová slova

strukturně bohaté lesy; model výběrného lesa; přestavba lesa

Doporučené zdroje informací

- AMMON, W. *Výběrný princip v lesním hospodářství : závěry ze 40-ti let švýcarské praxe : překlad 4. vydání.* Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-87154-25-0.
- POLENO, Z. – VACEK, S. *Pěstování lesů . III.; Praktické postupy pěstování lesů.* Kostelec nad Černými lesy: lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-87154-34-2.
- PRIESOL, A. – POLÁK, L. *Hospodářská úprava lesov.* BRATISLAVA: PRÍRODA, 1991.
- RUBIN, B. D.– MANION, P. D. FABER-LANGENDOEN, D. Diameter distributions and structural sustainability in forests. *Forest Ecology and management.* 222(1):427-438. 2006
- ŠMELKO, Š. *Dendrometria – vysokoškolská učebnica.* Zvolen: TU, 2000.
- VACEK, S. – REMEŠ, J. – BÍLEK, L. – PODRÁZSKÝ, V. – VACEK, Z. – ŠTEFANČÍK, I. – BALÁŠ, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Pěstování přírodě blízkých lesů.* V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2015. ISBN 978-80-213-2596-8.
- WESTPHAL, C. – TREMER, N.– VON OHEIMB, G.– HANSEN, J.– VON GADOW, K.– HARDTLE, W. Is the reverse J-shaped diameter distribution universally applicable in European virgin beech forests? *Forest Ecology and Management* 223(1-3):75-83. 2006

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Jan Kašpar, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra hospodářské úpravy lesů

Elektronicky schváleno dne 28. 3. 2022

doc. Ing. Peter Surový, PhD.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 3. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 05. 04. 2022

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Posouzení tloušťkové struktury vybraných porostů na polesí Skalice ŠLP Kostelec nad Černými lesy vypracovala samostatně pod vedením pana Ing. Jana Kašpara, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Teplicích dne 11. 3. 2022

Kateřina Kupková

Poděkování:

Děkuji Ing. Janu Kašparovi, Ph.D., za odborné vedení, čas a trpělivost, kterou mi věnoval při zpracovávání mé diplomové práce a mým blízkým, kteří mi byli oporou při mém studiu.

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá posouzením tloušťkové struktury vybraných porostů, které jsou součástí trvalé zkusné plochy, nacházející se na polesí Skalice na Školním lesním podniku v Kostelci nad Černými lesy.

K měření výčetních tlouštěk a dalších charakteristik porostu byly využity nejnovější dendrometrické přístroje.

Získané tloušťkové struktury byly následně porovnány s modely ideální tloušťkové struktury výběrného lesa pomocí vytvořeného modelu cílové tloušťky. Jelikož by zkoumaná plocha byla vhodná pro výběrné hospodaření, je součástí této diplomové práce návrh dočasné přechodné strategie, tvořené hospodářskými opatřeními, která mohou být využita pro budoucí postupnou přestavbu porostu s více diferencovanou tloušťkovou strukturou.

Výsledky ukazují, že tloušťková struktura trvalé zkusné plochy má tvar lesa věkových tříd. Z vytvořených modelů vzorového lesa nejvíce kopíruje skutečnou tloušťkovou strukturu vzorový stav s deseti jedinci v modelové cílové tloušťce 42 cm, a to od 38. do 70. tloušťkového stupně. Návrhy hospodářských opatření pro přechodnou strategii k výběrnému způsobu hospodaření doporučují mimo jiné navýšení počtu jedinců v nejmladších tloušťkových stupních.

Klíčová slova:

Strukturně bohaté lesy, model výběrného lesa, přestavba lesa

Abstract:

The diploma thesis deals with assessment of the diameter structure of selected forest stands in trial area in the Skalice forest district of the University Forest Enterprise Kostelec nad Černými lesy.

Modern equipment was used to determinate the diameter structure and other characteristics.

Gained diameter structures were subsequently compared with ideal diameter structures of selection forest using the created target diameter model. Since the examined area could be suitable to be managed like a selection forest, suggestions of temporary strategy of proper forest management to use in the

future to help to create a differentiated diameter structure are also a component of this thesis.

The results shows that the diameter structure of the permanent trial area has the shape of a forest of age classes. From the created models of the ideal forest, the actual diameter structure is mostly copied by the model state with 10 individuals in the model target diameter 42 cm, from the 38th to 70th diameter degree. Proposals for forest management for a transitional strategy for selective forest recommend, among other recommendations, increasing the number of individuals in the youngest stages of diameter.

Key words:

Well-structured forests, selection forest, reconstruction of forest

Obsah

1. Úvod	11
2. Cíl práce	12
3. Teoretická východiska	12
3.1. Pasečný hospodářský způsob	12
3.1.1. Holosečný hospodářský způsob	13
3.1.2. Model normálního lesa	14
3.2. Tloušťková struktura porostu	15
3.2.1. Statistické charakteristiky tloušťkové struktury	15
3.2.2. Střední tloušťka	16
3.3. Výběrný hospodářský způsob	17
3.3.1. Výběrný les.....	17
3.3.2. Hospodářská úprava výběrného lesa	19
3.3.3. Model výběrného lesa	22
3.3.4. Přestavba porostů	25
3.3.5. Výhody a nevýhody výběrného lesa	27
3.4. Přírodě blízké lesní hospodaření	28
3.4.1. Přírodě blízké hospodaření v České republice	29
4. Metodika	30
4.1. Charakteristika porostů	31
4.2. Terénní sběr dat.....	32
4.2.1. Použité nástroje a pomůcky	32
4.2.2. Postup měření	33
4.3. Výpočty	34
4.3.1. Výpočet statistických charakteristik tloušťkové struktury	34
4.3.2. Výpočet zakmenění	34
4.3.3. Výpočet zastoupení	34

4.3.4.	Výpočty modelu cílové tloušťky	35
4.4.3.1.	Výpočet střední tloušťky jako modelové cílové tloušťky.....	35
4.4.3.2.	Konkrétní výpočty modelu cílové tloušťky v rámci přiblížení se modelu výběrného lesa	35
5.	Výsledky	36
5.1.	Dřevina SM	36
5.2.	Dřevina BO	37
5.3.	Dřevina MD	38
5.4.	Dřevina DB.....	40
5.5.	Trvalá zkusná plocha	41
5.6.	Model cílové tloušťky	43
6.	Diskuze.....	47
7.	Závěr	51
8.	Seznam literatury.....	52
9.	Přílohy	56

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Obrázek 1: Liocourtova funkce, zdroj: (KORPEL', SANIGA, 1993)..... 23

Tabulka 1: Rozdělení počtu stromů do tloušťkových stupňů a výpočet kruhové základny dřeviny SM..... 36

Tabulka 2: Výsledky statistických charakteristik, střední tloušťky, zakmenění a zastoupení dřeviny SM..... 36

Tabulka 3: Rozdělení počtu stromů do tloušťkových stupňů a výpočet kruhové základny dřeviny BO 37

Tabulka 4: Výsledky statistických charakteristik, střední tloušťky, zakmenění a zastoupení dřeviny BO..... 38

Tabulka 5: Rozdělení počtu stromů do tloušťkových stupňů a výpočet kruhové základny dřeviny MD..... 39

Tabulka 6: Výsledky statistických charakteristik, střední tloušťky, zakmenění a zastoupení dřeviny MD 39

Tabulka 7: Rozdělení počtu stromů do tloušťkových stupňů a výpočet kruhové základny dřeviny DB 40

Tabulka 8: Výsledky statistických charakteristik, střední tloušťky, zakmenění a zastoupení dřeviny DB 40

Tabulka 9: Rozdělení počtu stromů do tloušťkových stupňů a výpočet kruhové základny všech zastoupených druhů dřevin..... 42

Tabulka 10: Výsledky statistických charakteristik, střední tloušťky a zakmenění všech zastoupených druhů dřevin..... 42

Tabulka 11: Hodnoty pro skutečný počet stromů 44

Tabulka 12: Výsledky pro vzorový stav pro $A_n = 1$ a $A_n = 5$ 45

Tabulka 13: Výsledky pro vzorový stav pro $A_n = 3$ a $A_n = 10$ 45

Graf 1: Histogram četností v jednotlivých tloušťkových stupních dřeviny SM... 37

Graf 2: Histogram četností v jednotlivých tloušťkových stupních dřeviny BO... 38

Graf 3: Histogram četností v jednotlivých tloušťkových stupních dřeviny MD .. 39

Graf 4: Histogram četností v jednotlivých tloušťkových stupních dřeviny DB ... 41

Graf 5: Histogram četností v jednotlivých tloušťkových stupních všech zastoupených druhů dřevin	42
Graf 6: Polygon tloušťkových četností všech zastoupených dřevin a Liocourtova křivka.....	43
Graf 7: Porovnání tloušťkové struktury skutečného stavu jedinců (N) s modely vzorového počtu jedinců ($N_{i1} - N_{i10}$) na 1 ha.....	46
Graf 8: Polygon tloušťkových četností skutečného stavu N/ha a vzorového stavu N_{i10}/ha	47
Graf 9: Polygon tloušťkových četností dřeviny SM a Liocourtova křivka	48
Graf 10: Polygon tloušťkových četností dřeviny DB a Liocourtova křivka	48

Seznam použitých zkratk

ŠLP – Školní lesní podnik

PLO – Přírodní lesní oblast

LHP – Lesní hospodářský plán

SM – smrk

BO – borovice

MD – modřín

DB – dub

1. Úvod

Lesy reprezentují hlavní složku ekosystémů na Zemi. Již od Summitu Země v Rio de Janeiro v roce 1992 je společností vyvíjen stále větší tlak na lesní hospodářství, aby efektivně využilo produkčního potenciálu lesa v souladu s ekologickými zájmy. Tyto zájmy usilují o porostní stabilitu, druhovou pestrost, zachování mimoprodukčních funkcí lesa a v neposlední řadě o společenskou hodnotu lesa v rámci trvalé udržitelnosti (SCHÜTZ 1999).

Stav lesů v České republice je výsledkem vývoje, který byl ovlivněn kulturními, hospodářskými a politickými zájmy. Lesní hospodářství zde nevznikalo v prostředí přírodních lesů, ale vznikalo na území, které bylo po dlouhou dobu ovlivňováno nekontrolovanou těžbou dřeva a pastvou zvířat (VACEK, et. al. 2015).

V současnosti lesy hospodářské mají rozlohu 1 939 976 ha, kde jsou nejvíce zastoupeny smrkové porosty. Všeobecně smrk ztepilý zaujímá 48,8 % z celkového zastoupení dřevin (Zelená zpráva 2020). Tyto porosty většinou plní pouze produkční funkci lesa. Z toho lze usuzovat, že se v příštích několika desetiletích bude usilovat o přeměnu smrkových porostů a změnu druhové skladby.

Přírodě blízké hospodaření v lesích je jednou z možností, jak skloubit mimoprodukční a produkční funkce lesa. Mezi hlavní znaky tohoto druhu hospodaření patří pojetí lesa jako celkového ekosystému. Přírodě blízké hospodaření se zaměřuje na přechod od plošného ke skupinovitému či individuálnímu způsobu hospodaření. V ideálním případě opustit pasečné hospodaření a zaměřit se na výběrný hospodářský způsob. Pomocí výběrného lesa lze v porostech dosáhnout maximální produkce, a zároveň dbát a chránit mimoprodukční funkce lesa (VACEK, et. al. 2015).

Práce zpracovává naměřená data z trvalé zkusné plochy, která byla navržena katedrou hospodářské úpravy lesa jako vzorová zkusná plocha, jelikož reprezentuje bohatou dřevinnou skladbu a tloušťkovou strukturu celého oddělení 510 B a v budoucnu by tento porost mohl směřovat k výběrnému způsobu hospodaření.

2. Cíl práce

Předkládaná diplomová práce má dva cíle. Prvním cílem je změřit tloušťkovou strukturu ve vybraných porostech, které jsou součástí trvalé zkusné plochy v oddělení 510 v polesí Skalice Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy. Pro sběr dat využít aktuálně jedny z nejmodernějších dendrometrických přístrojů. Získané tloušťkové struktury posoudit pomocí statistických charakteristik tloušťkové struktury, vytvořit histogramy tloušťkových četností, vypočítat zastoupení a zakmenění, a to jak pro jednotlivé druhy dřevin, zastoupené na trvalé zkusné ploše, tak pro zkusnou plochu jako celek.

Druhým cílem je porovnat získané tloušťkové struktury s modely ideální tloušťkové struktury výběrného lesa, a to pomocí vytvoření modelů ideální vzorové tloušťkové struktury. Vypočítat modelovou cílovou tloušťku a pro tuto tloušťku zvolit počet jedinců tak, aby se tloušťková struktura modelu co nejvíce přiblížila struktuře výběrného lesa a zároveň aby co nejvíce kopírovala tloušťkovou strukturu trvalé zkusné plochy.

Součástí práce je i návrh hospodářských opatření pro přechodnou strategii, která může být dočasným nástrojem pro postupnou přestavbu porostů na tloušťkově diferencovanější.

3. Teoretická východiska

3.1. Pasečný hospodářský způsob

Soubor opatření, které formují prostorovou a věkovou strukturu lesa se nazývá hospodářský způsob. Pasečný hospodářský způsob je tradičně používán ve střední Evropě již několik stovek let. Při pasečném hospodářském způsobu je hlavním objektem hospodaření lesní porost na dané ploše a základními nástroji hospodářské úpravy lesa jsou plocha, doba obmýtí, věk a velikost porostní zásoby. Jelikož pasečné způsoby ve většině případů pracují pouze s jednou dobou obmýtí, výsledkem jsou věkově, výškově a tloušťkově málo rozdílné porosty (VACEK, et. al. 2018). Pro pasečný hospodářský způsob byly uvedeny 3 formy:

- holosečná, kde obnova lesa následuje po jednorázovém vytěžení porostu a nejsou zde vůbec uplatňovány principy výběru; ekologický vliv mýceného porostu je minimální na obnovovaných plochách; vznikají trvale jednoetážové porosty
- podroštní, při níž se obnova lesa provádí na zacloněné ploše, než dojde k úplnému zmýcení porostu; na rozdíl od holosečného způsobu se zde ekologický vliv mýceného porostu projevuje ve vysokém rozsahu; vznikají dočasně etážové porosty
- pasečná, což je kombinace obou předchozích forem, kde je obnovní plocha zčásti holá a zčásti zacloněná; ekologický vliv mýceného porostu se projevuje v části zacloněné; výsledkem je porost s krátkodobě podsunutou obnovou (VACEK, et. al. 2018).

Tento způsob hospodaření převážně upřednostňuje ekonomický zájem a snaží se co nejefektivněji a nejrychleji maximalizovat produkci dřevní hmoty za účelem zisku. K tomuto faktu bohužel nepřispívá ani to, že se lesní hospodářství vyznačuje mimořádně dlouhou výrobní dobou a sezónností, která je velice výrazně ovlivněna přírodními a klimatickými podmínkami (PULKRAB,2005).

Přílišné využívání pasečného způsobu hospodaření se začalo negativně projevovat na ekologické stabilitě, flexibilitě a biodiverzitě porostů. Ovlivnilo také mimoprodukční funkce lesa, jako je např. rekreační funkce, která je v laické veřejnosti vnímána jako jedna z důležitých funkcí lesních porostů (GAMBORG, LARSEN 2003).

3.1.1. Holosečný hospodářský způsob

Holosečný hospodářský způsob je definován tak, že obnova lesních porostů probíhá na dané ploše celého porostu nebo jeho části, kde se vytěží všechny stromy buď naráz, nebo několika málo sečemi v krátkých časových intervalech (VACEK, et. al. 2018). Následující obnova je většinou umělá a výchova porostu směřuje k dosažení současné zralosti. Výsledkem jsou stejnověkové porosty (PRIESOL, 1991).

Čím větší je plocha holoseče, tím více ztrácí vytěžené plochy charakter lesa a dostávají ráz nelesní půdy. Z tohoto důvodu je v lesním zákoně č.

289/1995 Sb. zakotveno několik omezení pro holosečné hospodářství (VACEK, PODRÁZSKÝ 2006).

Pro holosečný hospodářský způsob je charakteristická rovnoměrnost způsobu a intenzity hospodářských opatření po celé porostní ploše, což vede k uniformovanosti prostorového uspořádání jak porostu, tak celého lesa (DOLEŽAL, 1956). Výhodou tohoto druhu hospodaření je velké množství dřeva na plošnou jednotku lesa, přehlednost a tím pádem lehčí manažerská zvládnutelnost prostorových a časových úprav (VACEK, et. al. 2018).

3.1.2. Model normálního lesa

Model normálního lesa, též model holosečného lesa, představuje časové a prostorové uspořádání lesa či souboru porostů, které jsou obhospodařovány holosečným hospodářským způsobem. Tento model formulovali HUNDESHAGEN (1826) a HEYER (1841) v první polovině 19. století a je postaven speciálně pro stejnověké smrkové porosty (MARUŠÁK, KAŠPAR, 2016). Obecně lze konstatovat, že model normálního lesa má zabezpečit nepřetržitou a vyrovnanou výši těžeb. To vyžaduje, stejnorodé a stejnověké porosty s neměnným zakmeněním (SIMON, et. al. 1998). Abychom mohli hovořit o normálním lese, je třeba, aby daný porost vyhovoval těmto základním podmínkám:

- normální počet a výměra věkových stupňů
- normální prostorové uspořádání
- normální přírůst, odpovídající plnému zakmenění
- normální zásoba
- normální etát (MARUŠÁK, KAŠPAR, 2016).

Tímto způsobem definovaný normální les je také označován jako les vzorový či tabulkový, jelikož jeho produkční a vývojový proces má být zachycen v růstových tabulkách. Předpokladem ovšem je, že les je tvořen ze stejnověkých, stejnorodých a normálně zakmeněných porostů, kde jsou věkové třídy rovnoměrně (normálně) plošně zastoupeny. Tato představa je však pouze ideální, a tudíž nedosažitelná a z hlediska stability porostů je nevyhovující.

Avšak, některé prvky se v dnešním hospodářském plánování stále využívají, např. těžební ukazatel normální paseka (SIMON, et. al. 1998).

3.2. Tloušťková struktura porostu

Rozdělení počtu stromů do tloušťkových stupňů lze provést ve dvou formách, a to přímo do průměrkovacího zápisníku či tabulového procesoru, anebo graficky, kde se pomocí křivky přehledněji zobrazí rozdělení četností tlouštěk. Rozčlenění počtu stromů do tloušťkových stupňů má daný průběh, který je závislý na několika činitelích. Zejména se jedná o to, zda je porost stejnověký nebo různověký. Pro stejnověké porosty je typická jednovrcholová křivka četností tlouštěk, kde se největší počet stromů vyskytuje v některém z prostředních tloušťkových stupňů a od něho na obě dvě strany početnosti postupně klesají. Tato křivka se podobá normálnímu rozdělení od Gausse. Tvar křivky je ovlivněn druhem dřeviny, věkem, bonitou, způsobem založení porostu a těžebními zásahy v porostu. Nejběžněji se vyskytuje levostranné nesouměrné rozdělení, méně část pak souměrné či pravostranné nesouměrné. Pro různověké (výběrné) porosty je charakteristická klesající křivka četností tlouštěk, přičemž největší počet jedinců se nalézá v nejslabším tloušťkovém stupni a postupně četnost tlouštěk klesá směrem k větším tloušťkám. Tato křivka je známá jako Liocourtova funkce, o které je více pojednáno v kapitole č. 3.3.3. Rozdělení počtu stromů po tloušťkových stupních lze popsat několika statistickými charakteristikami (ŠMELKO, 2015)

3.2.1. Statistické charakteristiky tloušťkové struktury

Mezi tři nejdůležitější statistické charakteristiky se řadí aritmetický průměr, směrodatná odchylka a variační koeficient.

Aritmetický průměr (\bar{d}) charakterizuje průměrnou velikost tlouštěk porostu.

Směrodatná odchylka (s_d) popisuje proměnlivost (variabilitu) hodnot tloušťky d_j okolo průměru \bar{d} tak, že udává hranici $\bar{d} \pm s_d$ v absolutních jednotkách (cm), ve kterých se nachází určitý počet všech hodnot d_j . V rozmezí $\bar{d} \pm s_d$ se vyskytuje okolo 68 % všech hodnot, v $\bar{d} \pm 2s_d$ se nachází 95 % všech

hodnot a v $\bar{d} \pm 3s_d$ takřka všechny hodnoty (99,7 %). Čím je hodnota s_d větší, znamená to, že je tloušťková struktura porostu diferencovaná.

Variační koeficient ($s_d\%$) charakterizuje relativní míru variability tlouštěk. Vyjadřuje směrodatnou odchylku s_d v procentech z aritmetického průměru. Umožňuje tak vzájemné srovnávání tloušťkové rozrůzněnosti i v porostech, které mají rozdílnou průměrnou tloušťku (ŠMELKO, 2015).

3.2.2. Střední tloušťka

Střední tloušťka je tloušťka takového stromu, který nejuvýstižněji reprezentuje buď tloušťku, kruhovou základnu či objem všech jedinců v porostu.

Aritmetická průměrná tloušťka (\bar{d}) je velice přínosná statistická charakteristika rozdělení tloušťkových četností v porostu.

Střední tloušťka z kruhové základny (d_g) je tloušťka kmene, který má průměrnou kruhovou základnu \bar{g} a reprezentuje kruhovou základnu všech stromů porostu. K určení průměrné kruhové základny je třeba vypočítat kruhovou základnu celého souboru jedinců. Následně lze vypočítat střední tloušťku z kruhové základny (ŠMELKO, 2015)

Střední tloušťka reprezentující objem středního kmene (d_v) je tloušťka kmene, která má v porostu průměrný objem \bar{v} a představuje objem všech stromů v porostu. K určení průměrného objemu \bar{v} je třeba znát celkovou zásobu V a počet jedinců N . Podkladové údaje se vypočítají z počtu stromů, objemu stromů v příslušných tloušťkových stupních. Tloušťka d_v , která odpovídá vypočtenému střednímu objemu \bar{v} se odvodí z údajů objemů jednotlivých tloušťkových stupňů a jejich lineární interpolací.

Weiseho střední tloušťka d_w reprezentuje pravidlo, že střední tloušťku kmene má jedinec, který se nachází ve vzdálenosti 60 % celkového počtu jedinců, počítáno od nejslabších, nebo ve vzdálenosti 40 % celkového počtu jedinců, počítáno od největších tloušťkových stupňů. Weiseho střední tloušťka je velice praktickou pomůckou pro odhad středí tloušťky porostu, a to v případě, když ji potřebujeme znát před výpočtem zásoby a využít můžeme pouze údaje o tloušťkových četnostech jedinců z průměrkování v porostu (ŠMELKO, 2015).

3.3. Výběrný hospodářský způsob

Výběrný způsob hospodaření je produkční a pěstební systém, který je založen na těžbě jednotlivých stromů, jehož záměrem je pomocí soustavného udržování a formování rovnovážného výběrného lesa a dosahovat tak jak produkčních, tak dalších specifických funkcí lesa (KORPEL', SANIGA 1995).

Vyhláška ministerstva zemědělství č. 83/1996 Sb. definuje výběrný hospodářský způsob tak, že těžba za účelem obnovy a výchovy lesních porostů není časově ani prostorově rozlišena a realizuje se výběrem konkrétních stromů či skupin stromů a dané ploše porostu.

Předností výběrného hospodářského způsobu na rozdíl od jiných hospodářských způsobů je možnost trvalého, kontinuálního a vyváženého dosahování produkčních a mimoprodukčních funkčních účinků (KORPEL', 1993).

Výběrný hospodářský způsob rozlišuje dvě formy, a to skupinovou formu a formu stromovou. Skupinová forma se uskutečňuje výběrem skupiny stromů tak, že se porost obnovuje po dobu dlouhé obnovní doby a věkové skupiny mají mezi sebou větší věkový rozdíl než 40 let. Naproti tomu, forma stromová, se realizuje výběrem jednotlivých jedinců tak, že se porost obnovuje prakticky nepřetržitě na celé své ploše a objektem zájmu je mýtně zralý jedinec (PRIESOL 1991).

Výběrné hospodaření nezná ani věk, ani obmýtní. Usiluje o setrvalý stav rovnováhy na každém jednotlivém místě v lese a o vyrovnanou stoupající vývojovou linii. Na rozdíl od pasečného hospodářství, výběrné hospodaření nepracuje s mýtně zralými porosty, takže zde nejsou myslitelné časově oddělené zmlazovací a výchovné fáze (AMMON, 2009).

Co se produkce týče, výběrný les, který má velký podíl tlustého a hodnotného dřeva, může mít vyšší hodnotovou produkci než pasečný les. Dále je třeba ocenit vysokou stabilitu výběrného lesa. Tento fakt by mohl do určité míry vyvážit ztrátu na objemovém přírůstu, jelikož platí, že nejstabilnější les je tím nehospodárnějším (VACEK, PRODRÁZSKÝ, 2006).

3.3.1. Výběrný les

Výběrný les je jistým ideálem téměř každého lesníka. Jedná se o porostní útvar, který se svou výstavbou a skladbou co nejvíce podobá přirozenému lesu

(pralesu) s tím, že vybíráme stromy silných dimenzí před stadiem rozpadu, tedy ve stadiu optima (KORPEL', SANIGA, 1993). Výběrný les se prolíná dějinami moderního lesního hospodářství již od 19 století. Nejvíce je tento způsob hospodaření rozšířen ve Slovinku či Švýcarsku, kde se o to nejvíce zasloužili lesníci Biolley či Ammon (VACEK, et. al. 2015). V poslední době je snaha o zjednodušení definice výběrného lesa zejména v Německu a Rakousku, aby do něj bylo možno zahrnout i lesy vzdálenější ideálnímu výběrnému lesu, jelikož perfektní výběrný les je doposud vzácný (VACEK, PODRÁZSKÝ, 2006). V Čechách byla problematika výběrných lesů řešena na Opočensku, Kutnohorsku, ŠLP Masarykův les Křtiny či na ŠLP Kostelec nad Černými lesy (VACET, et. al. 2018).

Ammon (2009) definuje několik podstatných znaků výběrného lesa: žádná obmýtní doba, zásoba je stejně rozmístěna na celé ploše lesa ve smíšené stupňovité skladbě, plné zakmenění, nepřerušovaný proces zmlazování, žádné pasečení, těžba se provádí trvalým zušlechťovacím výběrem.

Výběrný les se vyznačuje typickým prostorovým uspořádáním, které je charakteristické nepravidelností uspořádání stromů. Primární jednotkou je hlouček, tvořený stromy různého věku, tloušťky a výšky, který je spojen růstovými vazbami. Na jeho ploše se nacházejí prakticky všechny růstové fáze lesa, uspořádané vedle sebe a nad sebou. Koruny vyplňují celý prostor, který je určen výškou nejvyšších jedinců, aniž by si navzájem překáželi (VACEK, et. al. 2015). Tato výstavba je stálá z hlediska životní trvalosti růstových procesů a zásoba se udržuje na určité úrovni, v dlouhodobých časových horizontech se významně nemění. Těží se ve smyslu výběrné těžby jen běžný periodický objemový přírůst, nahromaděný za dané období. Přirozená obnova je nepřetržitá a nepravidelná (KORPEL', SANIGA, 1993).

Výběrný les máme teprve tehdy, až je výběrný charakter porostů trvale udržován systematickým obhospodařováním (AMMON, 2009). Výběrný les je typem hospodářského lesa a jako takový potřebuje soustavnou těžbu určitého zaměření. Ta se provádí pomocí výběru zralostního, zušlechťovacího a zdravotního s nízkou intenzitou a s ne příliš dlouhou návratnou dobou. Tím se zachovává nebo zlepšuje kvalita produkce porostní zásoby (VACET, et. al. 2018).

Výběrný les dokonale využívá nejen produkční schopnost a ekologické vlastnosti stanoviště, ale i růstové vlastnosti dřevin a jednotlivých stromů tím, že dokonaleji vyplňuje využitelný podzemní a nadzemní prostor a tím je dán jeho charakteristický vertikální zápoj. Nabytí tohoto optimálního vertikálního zápoje představuje rovnovážný stav výběrné struktury lesa (VACEK, PODRÁZSKÝ, 2006).

3.3.2. Hospodářská úprava výběrného lesa

V hospodářské úpravě výběrného lesa se praktikují poněkud odlišné metody, než je tomu v hospodářských pasečných způsobech. Nástrojem časového uspořádání ve výběrném lese nejsou věkové třídy nebo stupně, ale tloušťkové třídy a stupně (VACEK, et. al. 2018). Plocha ve výběrném lese ztrácí svou funkci, kterou nese v pasečném hospodaření. Má spíše význam jako kostra hospodářské úpravy, jako bezpečný podklad pro statistická šetření a umožňuje přehlednost. Těžební regulace ve výběrných lesích byla založena na srovnávání pohybu porostních zásob a přírůstů. Srovnáváním a vyhodnocováním pohybu zásob v souvislosti s vykonanými těžbami v daném kontrolovaném období a dorostem do kmenoviny se sleduje postupné dosažení ekonomické zásoby. Ekonomická zásoba je pak zásoba poskytující maximální přírůst (VACEK, et. al. 2015).

Základním těžebním ukazatelem je tedy celkový běžný přírůst (CBP) na sledovaných jednotkách trvalého rozdělení lesa. Pro správné stanovení CBP je třeba sledovat vazby na vývoj ideální (vzorové) a skutečné křivky četnosti stromů v jednotlivých tloušťkových třídách a stupních a změny v porostních zásobách, tzn. přesně evidovat vytěžené objemy dřeva a stanovit dorost do kmenoviny. Dorostem do kmenoviny se rozumí všechny stromy, které v daném mezidobí od poslední inventury překročily registrační hranici (VACEK, PODRÁZSKÝ, 2006).

Celý tento systém hospodářské úpravy výběrného lesa je založen na koncepci tzv. kontrolních metod, jejichž zakladatelem je Gurnaude (1886) a dále tento systém prohloubil a propracoval Biolley (1919) (VACEK, et. al. 2015).

Pro lesy, které se obhospodařují výběrným způsobem, se celkový běžný přírůst (CBP) zjišťuje tímto vztahem:

$$CBP = \frac{Z_2 + T_t - Z_1 - D}{t} \quad (\text{Vzorec 1})$$

kde:

Z_1 – předchozí inventarizovaná porostní zásoba v m³

Z_2 – současná inventarizovaná porostní zásoba v m³

T_t – celková těžba na inventarizované období v m³

D – dorost do kmenoviny v m³

t – interval mezi inventarizacemi – počet let.

Celkové výše těžeb se stanoví pomocí tohoto vztahu:

$$TC = \left(CBP + \frac{Z_s - Z_n}{a} \right) \times t \quad (\text{Vzorec 2})$$

kde:

TC – ukazatel celkové těžby – zpravidla 10 let dle LHP

CBP – celkový běžný přírůst roční v m³

Z_s – aktuální skutečná porostní zásoba

Z_n – normální (vzorová) porostní zásoba, odvozená ze vzorové křivky tloušťkových četností

a – vyrovnávací doba – zpravidla 50 let

t – doba platnosti LHP – zpravidla 10 let (Vyhláška č. 84/1996 Sb. o lesním hospodářském plánování).

Utváření výběrného lesa je spojeno s několika zásadami pěstebního usměrňování. Vše, co je třeba ve výběrném lese z hlediska pěstebního udělat, se realizuje výběrnou sečí, která propojuje požadavky výchovy, struktury, obnovy i těžby (VACEK, et. al. 2015). Bez pravidelných a kontinuálních výběrných sečí se nemůže výběrná struktura udržet, jelikož již po 15 – 20 letech bez těžebního zásahu samovolně vznikají přehoustlé zápoje a dochází k homogenizaci výškové struktury, což negativně ovlivňuje přirozenou obnovu porostu, kde může docházet ke stagnaci přirozené obnovy, až do stádia krize (KORPEL', SANIGA, 1993). Výběrná seč se uplatňuje podle určitých kritérií a musí splňovat výběrné principy:

- trvalé zachování lesa jako ekosystému, a to na každé části porostu,
- trvalá, neustále se opakující (v krátkých intervalech) možnost těžby mytně zralých stromů v každém dílci hospodářské skupiny,
- rovnovážný stav porostu na vymezeném dílci po stránce tloušťkové a výškové četnosti při dosažení optimální zásoby a při dlouhodobě vyrovnaném celkovém běžném přírůstu,
- systematické a důsledné uplatňování zušlechťovacího výběru při pěstebních zásazích do všech tří vrstev, které se ve výběrném lese tvoří (jsou rozlišeny věkově) a zvyšují tak kvalitu produkce porostní zásoby,
- neustále plynulá přirozená obnova, která odpovídá plošným rozsahem a dynamikou danému porostnímu typu, bez období stagnace či krize (VACEK, et. al. 2015).

Korpel' a Saniga (1993) popisují cíle výběrné seče, které se často spojují v jednom zásahu. Jedná se o podporování obnovy, jakostní výběr a výchovu, usměrňování struktury, zralostní těžbu (podle cílové tloušťky) a nahodilou těžbu (zdravotní výběr). Výběrná seč obecně spočívá v odstraňování podstatného podílu stromů v horní vrstvě, které vede k nasměrování vývoje výběrného lesa cestou dávkování potřebného světla pro udržení požadované struktury, trvalosti produkce a obnovy. K těžbě je z pravidla určen strom se středním postavením (intermediální strom), který má průměrnou kvalitu a často omezuje jiné jedince ve vývoji. Oproti tomu, zralostní výběr spočívá v těžbě jedinců v horní vrstvě, kteří již dosáhli kulminace své hodnoty. V růstové fázi tyčovin se uplatňuje jakostní výběr, jehož cílem je zajištění stability pomocí zformování korun. Děje se tak primárně pozitivním výběrem.

Problémem aplikace hospodářské úpravy výběrného lesa je nedostatečná angažovanost státu a jeho minimální podpora. V zákoně č. 289/1995 Sb. o lesích je výběrný způsob hospodaření zmíněn, ovšem pouze okrajově. Hospodářské knihy nejsou k výběrnému způsobu hospodaření přizpůsobeny, jelikož mají strukturu a obsah tvořený pro pasečný způsob hospodaření. Ve vyhlášce č. 84/1996 Sb. o lesním hospodářském plánování je uveden pouze výpočet pro stanovení výše etátu, nikoliv však vzorové křivky stromových četností pro odvození normální porostní zásoby. Určitou nadějí je fakt, že lesní zákon č.

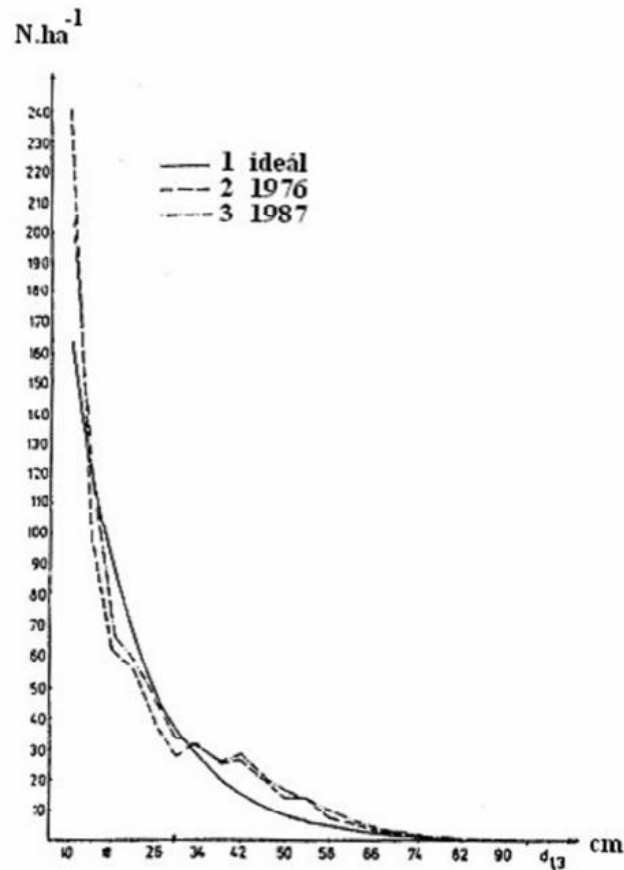
289/1995 Sb. udělil vládě povinnost podporovat finančními prostředky ekologické hospodaření v lese (VACEK, PODRÁZSKÝ, 2006).

3.3.3. Model výběrného lesa

Současně s teorií normálního lesa vznikala i teorie lesa výběrného. Pro model normálního lesa jsou nejdůležitější prvky věk, obmýtí a věková struktura. Naproti tomu v modelu výběrného lesa se s věkem a na něm závislými veličinami nepracuje. Důvodem je fakt, že přesné určení věku není možné, jelikož každý jedinec je v jiném věku (MARUŠÁK, KAŠPAR, 2016). Ve výběrném lese se tedy věkové třídy (stupně) nerozlišují, protože na stejné ploše jsou z pravidla zastoupeny různě většinou skoro všechny věkové stupně, jedinci jsou rozmístěni rozličně v několika věkových stádiích vedle sebe a nad sebou, ve formě hloučkovité či jednotlivé, a tím utvářejí charakteristickou strukturu výběrného lesa (PRIESOL, 1991).

Věk je nahrazen tloušťkou, která určuje vyspělost jedinců a jejich mýtní zralost. Obmýtí je nahrazeno cílovou tloušťkou a věková struktura strukturou tloušťkovou. Model výběrného lesa se neurčuje pro soubor porostů, jako je např. hospodářský soubor, ale samostatně pro každý výběrný les (porost, dílec). Hlavním cílem modelu výběrného lesa je zajištění trvalosti těžby. Takovýto stav se nazývá vzorový či vyrovnaný výběrný les (MARUŠÁK, KAŠPAR, 2016).

V dokonalém, ideálním výběrném lese jsou na omezené porostní ploše zastoupeny skoro všechny věkové stupně. Taková to věková diferenciací je základem a zdrojem výškové a tloušťkové diferenciací, kterou představuje hyperbolická křivka tlouštěk a výšek nazývaná jako Liocourtova funkce (VACEK, et. al. 2018).



Obrázek 1: Liocourtova funkce, zdroj: (KORPEL', SANIGA, 1993)

Liocourtova křivka (funkce) vyjadřuje změnu počtu stromů v závislosti na tloušťce a má tvar klesající křivky. Např.: v tloušťkách 14 - 30 cm je deficit jedinců a bylo by vhodné je zašetrřit. Naopak, v tloušťkách 34 – 66 cm, je nadbytek jedinců, kteří by se měli těžít přednostně (VACEK, et. al. 2018). Tuto křivku lze vyjádřit klesající geometrickou řadou dle Liocourtova zákona (LIOCOURT, 1898), jenž je pro vyjádření vzorové struktury používán nejčastěji:

$$N_n = N_1 \times q^{-(n-1)} \quad (\text{Vzorec 3})$$

kde:

N – četnost stromů

n – počet tloušťkových stupňů

N_1 – maximální četnost stromů v 1. tloušťkovém stupni

q – kvocient klesající geometrické řady (MARUŠÁK, KAŠPAR, 2016).

Použitím této funkce můžeme dopočítat vzorový stav od prvního do posledního tloušťkového stupně. Nejprve je důležité stanovit počáteční počet stromů a tvar klesající křivky pomocí kvocientu klesající geometrické řady. Počáteční počet stromů se nedá určit výpočtem a lze ho stanovit na základě znalosti daného stavu výběrného lesa nebo převzetím známé četnosti z ostatních vzorových stavů. Pokud tento údaj není k dispozici, stanoví se cílová tloušťka a počet jedinců v tomto tloušťkovém stupni, obrátí se Liocourtova funkce a dopočítá se vzorový stav od posledního po první tloušťkový stupeň. Kvocient lze převzít z odvozených modelových stavů dalších výběrných lesů či ho dovodit konkrétně pro daný výběrný les, přičemž jeho průměrná hodnota se pohybuje v mezích 1,25 – 1,35 a to pro naše podmínky v České republice. Zároveň do výpočtu průměrné hodnoty kvocientu nevstupují hodnoty ≤ 1 a ≥ 2 (MARUŠÁK, KAŠPAR, 2016).

Mezi další přístupy pohledu na model výběrného lesa se řadí Meyerova funkce. Meyer vyjádřil četnost jedinců pomocí přirozené exponenciální funkce, která vystihuje zákonitosti přirozeného růstu. Pro Meyerovu funkci jsou parametry již zaneseny do tabulek, ve kterých lze nalézt počet jedinců, zásobu, kruhovou základnu a dvě konstanty. Nutno dodat, že hodnoty parametrů nejsou ideálně vytvořené pro výběrné lesy v našich podmínkách. Meyerova funkce má vztah:

$$y = k * e^{-\alpha x} \quad (\text{Vzorec 4})$$

kde:

y – počet stromů v tloušťkovém stupni

k, α – konstanty tvaru křivky, specifikují typ výběrného lesa

e – základ přirozených logaritmů

x – tloušťkový stupeň (PRIESOL, 1991).

Model vzorové křivky porostu charakterizuje ideální strukturu a zaručuje trvalou a nejvyšší možnou produkci. Existuje mnoho křivek pro různé typy výběrných lesů, jelikož porosty nikdy nejsou homogenní a nemají ideální strukturu. Cílem lesních hospodářů je tedy se co nejvíce přiblížit k modelové křivce pomocí správně zvolených hospodářských zásahů. Avšak reálně je velice

obtížné uchovat stanovený model lesa pro kratší časový úsek, natož pak po delší časový horizont (SIMON, et. al. 1998)

3.3.4. Přestavba porostů

Dle Vacka a Podrázského (2006) se v České republice nevyskytují žádné výběrné lesy, avšak nacházejí se zde lesy v rozličných stádiích přestavby, tzn. ve fázi změny hospodářského způsobu, k lesu výběrnému. V našich podmínkách není mnoho vhodných lokalit pro výběrné hospodaření, avšak spojením tohoto hospodářského způsobu s principy trvale udržitelného obhospodařování lesů lze dosáhnout kvalitních a stabilních porostů se zajímavými hospodářskými výsledky.

Pojem přestavba zahrnuje prvky přeměny porostu a převodu hospodářského způsobu, často ve spojení s přeměnou druhové skladby. Hlavním důvodem přestavby porostu by měla být snaha o co nejefektivnější a nejhospodárnější využití jak produkčních, tak mimoprodukčních funkcí a předpokladů lesa. Jedná se o dlouhodobý proces, který postupně, ale zásadně mění a usměrňuje strukturu a výstavbu porostu (VACEK, et. al. 2015).

Přestavba většinou zahrnuje 2 stupně či úrovně. Prvním stupněm přestavby porostů je přestavba holosečného hospodářského způsobu na způsob podrostní. Charakterizuje ji upustit od holoseči a zaměřit se na obnovu pod matečným porostem a na přirozenou obnovu. Ovšem velmi často se uplatňuje kombinovaná obnova. Tato přestavba nevyžaduje změnu vnějšího rozdělení lesa a pěstební opatření se mění jen ve fázi slabé, střední a silné kmenoviny. Pokud nebyly porosty na přestavbu dlouhodobě připravované, je nutné dbát na stabilitu těchto porostů, zvláště ve fázi obnovy. Druhý stupeň přestavby je složitější a časově obtížnější, jelikož se jedná o přestavbu podrostního hospodářského způsobu na způsob výběrný. Tento typ přestavby je vhodný, uvažuje-li se o zlepšení mimoprodukčních funkcí lesa. Výstavba a struktura výběrného hospodářského způsobu se zcela liší od struktury lesa pasečného. Je proto zjevné, že pěstební složitost a časová náročnost je na místě. Jak moc by byla přestavba komplikovaná, závisí na tom, v jakém výchozím stavu se daný porost nachází, např. zda je stejnorodý a stejnověký (VACEK, et. al. 2015).

Mezi největší problémy přestavby lesa na les výběrný patří:

- Časová náročnost, která obvykle přesahuje produktivní období lesního hospodáře. Než porost začne fungovat na principu samoregulace, je potřeba velká časová dotace, jelikož princip samoregulace závisí na zavedeném a fungujícím autoregulačním systému.
- Ve výškově vyrovnaných, stejnověkových a stejnorodých porostech (hlavně smrku) v růstové fázi středních kmenovin, které jsou charakteristické krátkými a vysoko nasazenými korunami, přestavba vyžaduje delší období. Čas převodu je riskantní z hlediska stability porostu, proto je nutné zde dosáhnout samoregulace v co možná nejkratším časovém horizontu.
- Zpomalený růst a vývoj přirozené obnovy ve fázi nárostů je třeba urychlit pomocí otevření korunového zápoje (klenby), tzn. snížení clonění, a to s cílem dosažení hloučkovitého smíšení. To však velice často směřuje k tvorbě plošné stejnověkové obnovy jako u podrostního hospodaření.
- Mezi základní pěstební nástroje při přestavbě porostů na výběrný les je výběrná probírka, stabilizační probírka a výběrná seč (SCHÜTZ, 1989) Výběrná probírka se odlišuje od výběrné seče hlavně tím, že se používá v málo diferencovaných porostech (KORPEL, SANIGA 1993).

Protože mezi ideálním cílovým stavem a lesem s vyrovnanou homogenní strukturou existují rozličné přechodné formy, je nutné diferencovat pěstební opatření. Před přestavbou by měl být každý porost detailně podroben analýze, která vyhodnotí důležité faktory. Jedná se především o produkční schopnost stanoviště, stabilitu a zdravotní stav, věk a podmínky přirozené obnovy porostu a genetická dispozice (SCHÜTZ, 1989).

Porosty, které mají strukturu již diferencovanou, je možné pomocí výběrné probírky přibližovat rychleji k cílovému stavu. Dosažení cíle je třeba kontrolovat a opakovaně porovnávat reálné tloušťkové struktury se strukturou vzorovou (Liocourtova či Meyerova křivka) (SCHÜTZ, 1989).

Naproti tomu v případě přestavby porostů výškově nivelizovaných bude přestavba velmi časově náročná. Dle Schütze (1989) je nutné nejprve posoudit, zda vybrané stromy ze stávajícího porostu budou schopni přestavbu snést, jelikož ta může trvat až 80 let. Tito jedinci totiž musí poskytovat clonu spodním vrstvám do té doby, než první stromy další generace dorostou do horní vrstvy.

Stromy by měli být vybrány úrovňové a nadúrovňové, s dlouhou vitální korunou s rozstupem 13 – 15 metrů.

Pokud starý porost přestavbu nevydrží, je možné ji realizovat přes následnou generaci lesa, a to zabezpečením hloučkovité přirozené obnovy, která bude časově a plošně diferencovaná (KORPEL', SANIGA 1993).

Přestavba porostů na výběrný les je vyžaduje velmi dlouhou dobu, která velice často překračuje dobu obmýtí, což je považováno za jeden z hlavních faktorů, proč rozšíření výběrných lesů je tak minimální. Navíc, smyslem převodu na výběrný les, není pouze formální dosažení výběrného lesa, ale dosažení maximální vyrovnané produkce s podporou mimoprodukčních funkcí lesa s pomocí zásad trvale udržitelného rozvoje a přírodě blízkým způsobem (VACEK, PODRÁZSKÝ, 2006).

3.3.5. Výhody a nevýhody výběrného lesa

Mezi hlavní výhody a přednosti výběrného lesa patří to, že je ideálním ochranným lesem, jelikož se na malé ploše nachází všechny tloušťkové třídy, které se natrvalo udržují. I na malých plochách nabízí výběrný les trvalou roční těžbu přírůstu, což může být pro drobné vlastníky lesa atraktivní. Podíl tenkého a méně hodnotného dřeva je výrazně nižší, jelikož obhospodařováním se stanoví cílová tloušťka do třídy středních či tlustých stromů. Hodnotová produkce výběrných lesů se zvyšuje v důsledku vysokého podílu tlustého dřeva, navíc je produkce pravidelná a zajišťuje kvalitní sortimenty. Ve výběrném lese jedinci velmi často podstupují dlouhou dobu zastínění a většinou až v období 80 až 100 let jsou vystavovány plnému osvětlení koruny. To vede k dosažení nadprůměrným tloušťkám a celkové stabilitě lesa (VACEK, et. al. 2018). Ekologické přínosy jsou zjevné, jelikož nedochází ke ztrátě živin a erozím z důvodu absence holin při obnově porostu. Vzhled výběrného lesa, podobající se přírodním přirozeným lesům, je faktor, který kladně ovlivňuje zvláště funkci rekreační (KORPEL', SANIGA 1993).

Jako hlavní nevýhody výběrného lesa lze označit hlavně to, že hospodaření tímto způsobem vyžaduje vynikající pěstební znalosti jejich správnou aplikaci, což se váže s dlouholetou lesnickou praxí. Mimořádné pěstební zásahy, jakými může být např. nahodilá těžba, mohou být pro strukturu

výběrného lesa devastující. Pasečný les takovéto zásahy snáší lépe. Realizace těžby a soustřeďování v porostu je velice náročné, jelikož práce probíhají neustále a na celé ploše, což vyžaduje kompletní zpřístupnění celého porostu lesními cestami. Světlo milné dřeviny se ve výběrném lese velice špatně pěstují, jelikož jsou pod clonou horní vrstvy. Je velice těžké pasečné lesy přebudovat na lesy výběrné v dlouhodobém hledisku, ovšem je jednoduché neodborně provedenými těžbami zjednodušit jeho strukturu (VACEK, PODRÁZSKÝ, 2006). Korpel' a Saniga (1993) uvádějí, že mezi další nevýhody může patřit vysoký podíl suků, menší plnodřevnost kmenů a tím pádem vyšší sbíhavost. Dále se jedná o vnitřní trhliny či kruhovou odlupčivost, která je spojená s nadměrnými sortimenty (nad 70 cm). Nadměrné sortimenty nejsou žádoucí v dřevařském průmyslu.

3.4. Přírodě blízké lesní hospodaření

Jedním z možných řešení na otázku, jak skloubit ekologické a ekonomické zájmy v dnešním lesním hospodářství, je využití zásad přírodě blízkého hospodaření v lesních porostech. Na konci 19. století se tímto pojetím hospodaření jako první zabýval německý profesor Karl J. Gayer. Mnoho znalostí odvodil z praktických zkušeností. Gayerovu pěstitelskou filozofii a většinou úspěšně aplikují lesníci ve Švýcarsku již více než století. Tendence přirozené sukcese a schopnost přirozeného zmlazení patří mezi hlavní dva body v Gayerovo učení. (SCHÜTZ 1999).

Nezbytné minimum, které je třeba dodržet při úvaze o přírodě blízkému hospodaření, je dodržení základních principů trvale udržitelného hospodaření. Základní strategie pro Českou republiku lze zjednodušeně vyjádřit v těchto bodech:

- nahlížet na hospodaření s lesem jako na celistvý ekosystém
- přestavba chřadnoucích a poškozených lesů
- dle stanovištních poměrů a cílů hospodaření vytvořit optimální druhovou, ekotypovou, prostorovou a věkovou strukturu lesních ekosystémů a tím podpořit a udržet komplexitu porostní struktury
- podpora skupinového až individuálního způsobu hospodaření
- podpora spontánních procesů, využití přírodních disturbancí

- dosažení funkční vyrovnanosti pomocí pružných víceúčelových způsobů obhospodařování
- využití ekologických obnovních a těžebně dopravních technologií v porostech, které je minimálně poškozují (VACEK, et. al. 2015).

Přírodě blízké hospodaření se nechává vést přírodními zákonitostmi. Patří mezi ně jak fylogenetický, tak ontogenetický vývoj jedince. V porostech, kde se uplatňuje tento druh hospodaření, jsou viditelné odlišnosti od porostů, kde se využívá pasečný hospodářský způsob (KORPEL 1991). Mezi hlavní nástroje péstební péče, na který je kladen velký důraz, patří hospodaření s lesem jako ekosystémem a tím dosažení ekologické stability lesních porostů (VACEK, et. al. 2015). Přestože jsou ekologické aspekty klíčové pro koncepci přírodě blízkého hospodaření, bez ekonomických principů nelze hovořit o hospodaření (KORPEL, SANIGA 1995).

Přírodě blízké hospodaření je nadstandardní systém hospodaření, který není vázán na žádné hospodářské schéma či zákon a je velice flexibilní. V principu se nevyklučuje využít násečný, podrostní, výběrný, a dokonce ani maloplošný holosečný hospodářský způsob. (VACEK, PODRÁZSKÝ 2006). Důležité je posoudit, který hospodářský způsob je v souladu s biodiverzitou lesního ekosystému. Pojem biodiverzita je velice široký termín, který má mnoho výkladů. Avšak, ve většině interpretací biologické rozmanitosti, lze nalézt tyto body: rozmanitost mezi živými organismy v rámci druhu i mezi druhy a rozmanitost v ekosystémech (STEPHENS, WAGNER 2007).

3.4.1. Přírodě blízké hospodaření v České republice

Přírodě blízké hospodaření je hojně využíváno v Rakousku a bohaté zkušenosti s ním mají také Saské státní lesy na německé straně Krušných hor. V České republice je takových lesních porostů poměrně málo, ale několik lokalit, kde se o přírodě blízké hospodaření snaží, můžeme nalézt např. na Školním lesním podniku ve Křtinách, na Lesnickém úseku Klokočná (Lesy ČR, s.p.) či u Prachatic (Boubín – Zátoň). Nově vznikl projekt s Fakultou lesnickou a dřevařskou ČZU s Vojenskými lesy a statky ČR, s.p., kteří budou spolupracovat na projektu, týkající se přírodě blízkého hospodaření. Vojenské lesy a statky ČR, s.p.

vytipovali tři vhodné lokality, kde budou s podporou fakulty rozvíjet principy výběrného hospodářského způsobu (www.silavirum.cz)

4. Metodika

Sběr dat probíhal na Školním lesním podniku v Kostelci nad Černými lesy na polesí Skalice, kde v oddělní 510 B byla vytyčena trvalá zkusná plocha. Tato zkusná plocha byla navržena katedrou hospodářské úpravy lesa jako vzorová plocha, která kombinuje jak porosty mytně zralé, tak porosty, kde probíhá zmlazení. Na zkusné ploše je bohatá tloušťková struktura a dřevinná skladba, což reprezentuje stav celého oddělení. Pro účely dobré orientace a lepší identifikaci zkusné plochy pro možná další měření v rámci pokračujícího výzkumu, byla hranice vytyčena pomocí cest a průsmyků.

Na této zkusné ploše byly změřeny výčetní tloušťky všech stromů. Po ukončení terénních prací se přistoupilo k posouzení tloušťkové struktury pomocí statistických charakteristik tloušťkové struktury, které byly vypočteny jak pro každou dřevinu zvlášť, tak celkově za celou zkusnou plochu.

Dále bylo vypočítáno zakmenění a zastoupení jednotlivých dřevin i celé zkusné plochy, přičemž zastoupení dřevin má úlohu jako pomocná veličina pro bližší určení poměru jednotlivých druhů dřevin. Pro účely této bakalářské práce byly k výpočtu využity výšky z lesního hospodářského plánu Školního lesního podniku.

Následně se přistoupilo k porovnání tloušťkové struktury celé zkusné plochy s modelem ideální tloušťkové struktury (Liocourtova křivka). Byl vytvořen model cílové tloušťky pro trvalou zkusnou plochu. Je důležité zmínit, že tento vytvořený model neodpovídá náležitému postupu, jak ve výběrném lese zvolit cílovou tloušťku.

Řádný postup je mnohem komplexnější a jednou z možností je, že se cílová tloušťka výběrného lesa určuje dle celkového běžného přírůstu (CBP), tzn. že, těžba stromů v cílové tloušťce probíhá tehdy, když hodnota CBP kulminuje v dané tloušťce a poskytuje tak nejlepší hospodářský výsledek a zároveň mít na zřeteli individuální potřeby a požadavky daného porostu a kombinovat ekonomické cíle s cíli ekologickými (KOŠULIČ, 2010).

Avšak, porost na trvalé zkusné ploše je stále porostem věkových tříd. Model, vytvořený pro potřeby této práce, je pouhým dočasným řešením či přechodnou strategií, než se tloušťková struktura více přiblíží modelu výběrného lesa. Předpokládá se, že tato přechodná strategie by mohla být využita na dvacet až třicet let, a poté, na základě dalších měření a aktualizací dat, by se cílová tloušťková struktura upravila na základě dalších naměřených a vypočtených dat. Model cílové tloušťky pro potřeby této práce byl vytvořen z dat, které jsou k dispozici pro porost věkových tříd (růstové tabulky, LHP). Jelikož se na trvalé zkusné ploše vyskytují čtyři porostní skupiny různých věkových tříd, vstupní hodnoty (věk, bonita) pro vyhledávání v LHP byly vypočteny jako vážený průměr přes redukované plochy. Redukované plochy byly vypočteny pronásobením skutečné plochy a zakmeněním.

Dalším důvodem, proč se cílová tloušťka nezjišťovala řádným způsobem je, že tato trvalá zkusná plocha je první trvalou zkusnou plochou v oddělení a probíhalo zde první měření. Pokud by už v oddělení existovaly další zkusné plochy, na kterých by se již hospodařilo výběrným způsobem, a tudíž by byl určen CBP, mohl by být tento CBP využit pro trvalou zkusnou plochu v rámci této práce. Navíc se na trvalé zkusné ploše neměřily výšky stromů, jelikož to není cílem této práce. Cílem práce je porovnat tloušťkovou strukturu s modelem výběrného lesa. V rámci budoucích výzkumů budou výčetní výšky naměřeny, a tudíž bude možné určit CBP a z něj poté cílové tloušťky.

Na základě výsledků cílových tlouštěk byla navržena hospodářská opatření, která jsou součástí kapitoly č. 6. Diskuze.

4.1. Charakteristika porostů

Trvalá zkusná plocha se nachází na severovýchodní expozici v přibližné nadmořské výšce 400 m n.m. s mírně zvlněným rovinatým terénem. Rozloha zkusné plochy činí 3,1 ha. Náleží do Přírodní lesní oblasti Středočeské pahorkatiny (PLO 10), kde půdním typem je převážně kambizem. Geologické podloží je granodiorit, které spadá pod živné podloží středních poloh. Náleží do hospodářského souboru 441, což znamená, že spadají pod lesy zvláštního učení s živnou ekologickou řadou a s porostním typem smrkovým. Cílový hospodářský soubor je 45 – živná stanoviště středních poloh. (www.uhul.cz).

Porosty spadají pod 3. lesní vegetační stupeň, tedy dubobukový. Na zkoumané ploše se nacházejí čtyři soubory lesních typů, přičemž nejrozsáhlejší je lesní typ 3H1 (hlinitá dubová bučina modální) a 3S6 (svěží dubová bučina hlinitější) (www.uhul.cz).

Dřevinná skladba oddělení je velice pestrá. Pozemky dříve spravoval rod Lichtenštejnů, pro jejichž generaci lesníků byla typická rozmanitá dřevinná skladba, která zahrnuje *Picea abies*, *Abies alba*, *Laryx decidua*, *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica*, *Quercus robur* či *Carpinus betulus* (www.prosilvabohemica.cz). Na trvalé zkusné ploše se nachází dřeviny *Picea abies* (SM), *Pinus sylvestris* (BO), *Laryx decidua* (MD) a *Quercus robur* (DB).

4.2. Terénní sběr dat

Samotný sběr informací probíhal na trvalé zkusné ploše. Součástí sběru dat bylo zaznamenání výčetní tloušťky u všech jedinců v porostních skupinách a určení druhové příslušnosti. Pomocí systému ultrazvukových transpondérů a průměrky s GPS systémem byla také určena pozice jednotlivých stromů. Orientace v porostu probíhala pomocí lesnických map, konkrétně pomocí porostní a obrysové mapy.

4.2.1. Použité nástroje a pomůcky

Pro měření výčetních tlouštěk byla použita digitální průměrka značky Haglöf DP II s DME systémem pro vytyčování zkusných ploch. Průměrkou lze registrovat (tzn. měřit a ukládat do paměti) tloušťky stromů pro několik druhů dřevin, které jsou označeny číselným kódem. Do průměrky také lze zanést např. číslo zkusné plochy, pod kterou se následně naměřená data ukládají. Datová komunikace je zprostředkována bezdrátově či USB kabelem. Data lze přenést do obvyklých uživatelských tabulkových procesorů, jako je Microsoft Excel (Haglöf Sweden, 2016).

Pro zjištění pozic jednotlivých jedinců byl použit systém pro vytyčování zkusných ploch značky Haglöf Sweden, který se skládá z digitální průměrky DP II s DME systémem, třech aktivních T3 transpondérů, adaptéru pro rozptyl signálu 360° a teleskopické výtyčky pro tři transpondéry.

Dále byl použit výškoměr Vertex Laser GEO, a to pro aktivování T3 transpondérů a zjištění přesných GPS souřadnic.

Spolu s těmito přístroji byly dále použity křídly pro označení již změřených jedinců, lesnický značkovací sprej, který se využil při značení ploch, porostní a obrysová mapa a zápisník.

4.2.2. Postup měření

Měření výčetních tloušťek bylo provedeno pomocí digitální průměrky. Při měření výčetních tloušťek je třeba dodržovat zásady správného měření, abychom minimalizovali možnou chybu, která by mohla ovlivnit konečný výsledek. Tyto zásady vycházely ze skript Dendrometrie (Kuželka, K., Marušák, R., Urbánek, V., 2016).

Jelikož se současně s měřením výčetních tloušťek zjišťovala i pozice jednotlivých stromů pomocí GPS, bylo třeba nejdříve instalovat do porostu teleskopickou výtyčku s transpondéry. Ti musely být zaktivovány pomocí výškoměru a ve správném pořadí umístěny na výtyčku z důvodu správného příjmu signálu z digitální průměrky. Následně byly z výškoměru vyčteny GPS souřadnice místa, kam byla výtyčka umístěna, a byly zapsány do zápisníku spolu s označením měřené plochy.

Poté se přistoupilo k měření výčetních tloušťek stromů. Postupovalo se v kružnicích okolo teleskopické výtyčky tak, aby signál z transpondérů průměrka zachytila a zaznamenala tak polohu jednotlivých jedinců. Spolu s výčetní tloušťkou byl v průměrce také zaznamenán druh dřeviny. Každý změřený strom byl označen křídou. V případě, že již byl signál slabý a průměrka nebyla schopna navázat spojení s výtyčkou s transpondéry, bylo třeba ukončit měření na této dané ploše, označit ji a přesunout se na další měřenou plochu v porostu. Na následujících plochách se celý postup umístění výtyčky, zapsání GPS souřadnic a měření výčetních tloušťek opakoval. Tímto způsobem byly naměřeny výčetní tloušťky na celé trvalé zkušné ploše.

Naměřené výčetní tloušťky byly přeneseny z digitální průměrky do počítače a dále byly zpracovány v tabulkovém procesoru Excel od společnosti Microsoft.

4.3. Výpočty

4.3.1. Výpočet statistických charakteristik tloušťkové struktury

Statistické charakteristiky tloušťkové struktury byly vypočteny dle níže uvedených vzorců.

Aritmetický průměr:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{j=1}^k n_j * d_j}{n}, (cm) \quad (\text{Vzorec 5})$$

Směrodatná odchylka:

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k n_j * d_j^2 - \bar{d} \sum_{j=1}^k n_j * d_j}{n-1}}, (cm) \quad (\text{Vzorec 6})$$

Variační koeficient:

$$s_d \% = \frac{s_d}{\bar{d}} \times 100, (\%) \quad (\text{Vzorec 7})$$

Střední tloušťka z kruhové základny:

$$d_g = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k n_j * d_j^2}{\sum_{j=1}^k n_j}}, (cm) \quad (\text{Vzorec 8})$$

4.3.2. Výpočet zakmenění

Zakmenění bylo vypočteno z kruhové základny. Hodnota G_{TAB} byla převzata z růstových tabulek při daném věku a dané bonitě, věk a bonita byla převzata z LHP.

Vzorec pro danou dřevinu:

$$G^{DŘ} = \frac{G_{SK}}{G_{TAB}} \quad (\text{Vzorec 9})$$

Celkové zakmenění se vypočítá prostým součtem všech zakmenění jednotlivých druhů dřevin na trvalé zkusné ploše.

4.3.3. Výpočet zastoupení

Zastoupení bylo vypočteno ze zakmenění dle vzorce:

$$zast_j = \frac{G_j^0}{G^0} \times 100, (\%) \quad (\text{Vzorec 10})$$

4.3.4. Výpočty modelu cílové tloušťky

4.4.3.1. Výpočet střední tloušťky jako modelové cílové tloušťky

Jak již bylo zmíněno výše, cílová tloušťka pro výběrný les se v rámci této diplomové práce nepočítá z řádného postupu zjišťování cílové tloušťky pro výběrný les. Zatím se jedná o porost věkových tříd, tudíž k výpočtu střední tloušťky jako modelové cílové tloušťky byly využity Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky. Dle věku a bonity byly pro jednotlivé druhy dřevin, zastoupené na trvalé zkusné ploše, přiřazeny velikosti středních tlouštěk. Následně byl vypočítán vážený průměr středních tlouštěk všech druhů dřevin na trvalé zkusné ploše, kde vahou bylo zakmenění a parciální plocha etáže. Výsledkem byla modelová cílová tloušťka všech zastoupených druhů dřevin (d_{model}).

$$d_{model} = \frac{\sum_{j=1}^k d_s \times G^{DR} \times P_{parc}}{\sum_{j=1}^k G^{DR} \times P_{parc}}, (cm) \quad (\text{Vzorec 11})$$

4.4.3.2. Konkrétní výpočty modelu cílové tloušťky v rámci přiblížení se modelu výběrného lesa

Vzorec pro výpočet jedinců na 1 ha:

$$N/ha = \frac{N}{P}, (ks) \quad (\text{Vzorec 12})$$

Následně byl vypočten kvocient klesající geometrické řady (q) jako aritmetický průměr dílčích kvocientů určených z poměrů skutečných počtů stromů dvou sousedících tloušťkových stupňů. Do výpočtu průměrné hodnoty kvocientu se nezapočítají dílčí hodnoty kvocientu ≤ 1 a ≥ 2 .

$$q_i = \frac{N^1}{N^2} \quad (\text{Vzorec 13})$$

$$\bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n} \quad (\text{Vzorec 14})$$

Poté byl stanoven počet jedinců v modelové cílové tloušťce a byl dopočítán vzorový stav od posledního tloušťkového stupně k prvnímu dle vzorce:

$$N_1 = N_n \times q^{(n-1)}, (ks) \quad (\text{Vzorec 15})$$

5. Výsledky

5.1. Dřevina SM

Celkový počet stromů dřeviny smrk je 79. Aritmetický průměr činí 26,3 cm, směrodatná odchylka je 14,33 cm, variační koeficient je 54,48 %. Střední tloušťka z kruhové základny činí 29,52 cm. Zakmenění je 0,96 a zastoupení 13,51 %.

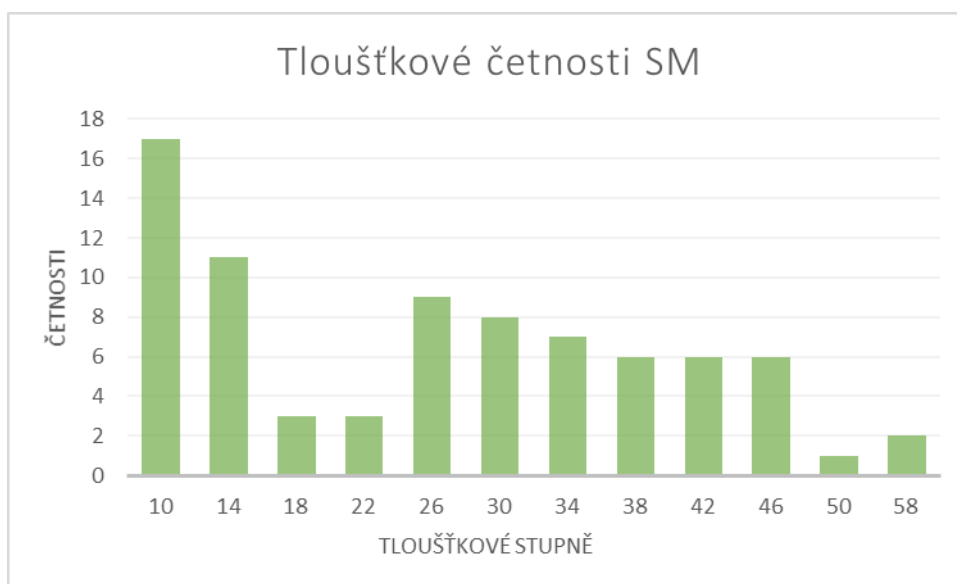
Smrk se úspěšně zmlazuje, jelikož nejzastoupenější tloušťkový stupeň je 10 a 14.

Tabulka 1: Rozdělení počtu stromů do tloušťkových stupňů a výpočet kruhové základny dřeviny

SM					
Tloušťková struktura					
SM					
d _j (cm)	n _j	n _j * d _j	n _j * d _j ²	g _j (m ²)	n _j * g _j (m ²)
10	17	170	1700	0,008	0,134
14	11	154	2156	0,015	0,169
18	3	54	972	0,025	0,076
22	3	66	1452	0,038	0,114
26	9	234	6084	0,053	0,478
30	8	240	7200	0,071	0,565
34	7	238	8092	0,091	0,636
38	6	228	8664	0,113	0,680
42	6	252	10584	0,139	0,831
46	6	276	12696	0,166	0,997
50	1	50	2500	0,196	0,196
58	2	116	6728	0,264	0,528
suma	79	2078	68828		5,406

Tabulka 2: Výsledky statistických charakteristik, střední tloušťky, zakmenění a zastoupení dřeviny SM

aritmetický průměr (cm)	26,30
směrodatná odchylka (cm)	14,33
variační koeficient (%)	54,48
d _g (cm)	29,52
zakmenění	0,960
zastoupení (%)	13,51



Graf 1: Histogram četností v jednotlivých tloušťkových stupních dřeviny SM

5.2. Dřevina BO

Celkový počet stromů dřeviny borovice je 72. Aritmetický průměr činí 41,17 cm, směrodatná odchylka je 9 cm, variační koeficient činí 21,86 % a střední tloušťka dle kruhové základny je 42,03 cm. Zakmenění činí 0,228 a zastoupení dřeviny je 31,99 %.

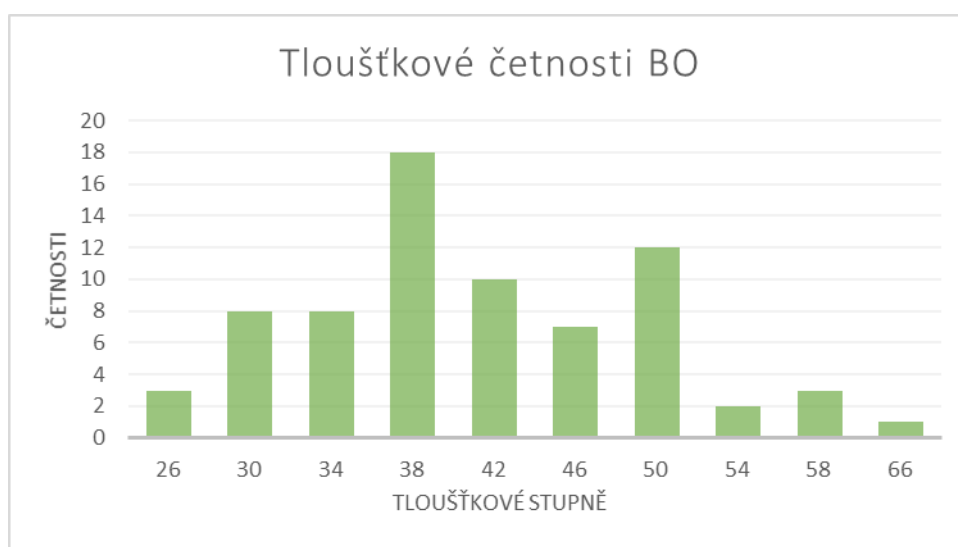
V tloušťkové struktuře borovice jsou nejvíce zastoupené tloušťkové stupně 38 a 50.

Tabulka 3: Rozdělení počtu stromů do tloušťkových stupňů a výpočet kruhové základny dřeviny BO

Tloušťková struktura					
BO					
d_j (cm)	n_j	$n_j * d_j$	$n_j * d_j^2$	g_j (m ²)	$n_j * g_j$ (m ²)
26	3	78	2028	0,053	0,159
30	8	240	7200	0,071	0,565
34	8	272	9248	0,091	0,726
38	18	684	25992	0,113	2,041
42	10	420	17640	0,139	1,385
46	7	322	14812	0,166	1,163
50	12	600	30000	0,196	2,356
54	2	108	5832	0,229	0,458
58	3	174	10092	0,264	0,793
66	1	66	4356	0,342	0,342
suma	72	2964	127200		9,990

Tabulka 4: Výsledky statistických charakteristik, střední tloušťky, zakmenění a zastoupení dřeviny BO

aritmetický průměr (cm)	41,17
směrodatná odchylka (cm)	9,00
variační koeficient (%)	21,86
d_g (cm)	42,03
zakmenění	0,228
zastoupení (%)	31,99



Graf 2: Histogram četností v jednotlivých tloušťkových stupních dřeviny BO

5.3. Dřevina MD

Počet jedinců modřínu je 84. Aritmetický průměr činí 44,43 cm, směrodatná odchylka je 8,18 cm, relativní míra variability tlouštěk je 18,42 % a střední tloušťka z kruhové základny je 45,11 cm. Zakmenění činí 0,300 a zastoupení 42,02 %.

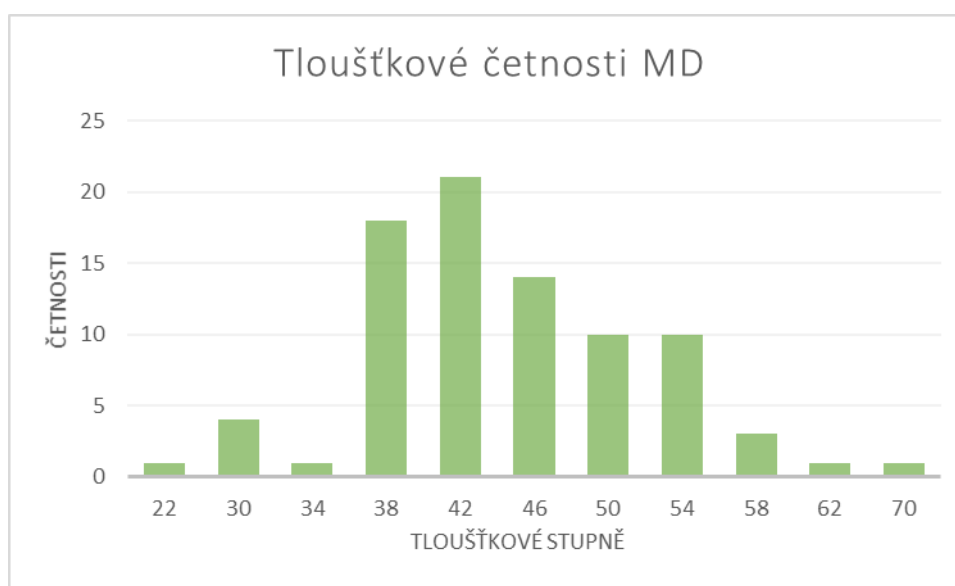
Tloušťková struktura modřínu je jednovrcholová, největší počet jedinců je v prostředních stupních, konkrétně ve 42. stupni.

Tabulka 5: Rozdělení počtu stromů do tloušťkových stupňů a výpočet kruhové základny dřeviny MD

Tloušťková struktura					
MD					
d_j (cm)	n_j	$n_j * d_j$	$n_j * d_j^2$	g_j (m ²)	$n_j * g_j$ (m ²)
22	1	22	484	0,038	0,038
30	4	120	3600	0,071	0,283
34	1	34	1156	0,091	0,091
38	18	684	25992	0,113	2,041
42	21	882	37044	0,139	2,909
46	14	644	29624	0,166	2,327
50	10	500	25000	0,196	1,963
54	10	540	29160	0,229	2,290
58	3	174	10092	0,264	0,793
62	1	62	3844	0,302	0,302
70	1	70	4900	0,385	0,385
suma	84	3732	170896		13,422

Tabulka 6: Výsledky statistických charakteristik, střední tloušťky, zakmenění a zastoupení dřeviny MD

aritmetický průměr (cm)	44,43
směrodatná odchylka (cm)	8,18
variační koeficient (%)	18,42
d_g (cm)	45,11
zakmenění	0,300
zastoupení (%)	42,02



Graf 3: Histogram četností v jednotlivých tloušťkových stupních dřeviny MD

5.4. Dřevina DB

Počet jedinců dubu je 30, aritmetický průměr je 33,73 cm, směrodatná odchylka je 11,72 cm, variační koeficient činí 35,52 % a střední tloušťka z kruhové základny je 35,52 cm. Zakmenění činí 0,090 a zastoupení 12,63 %.

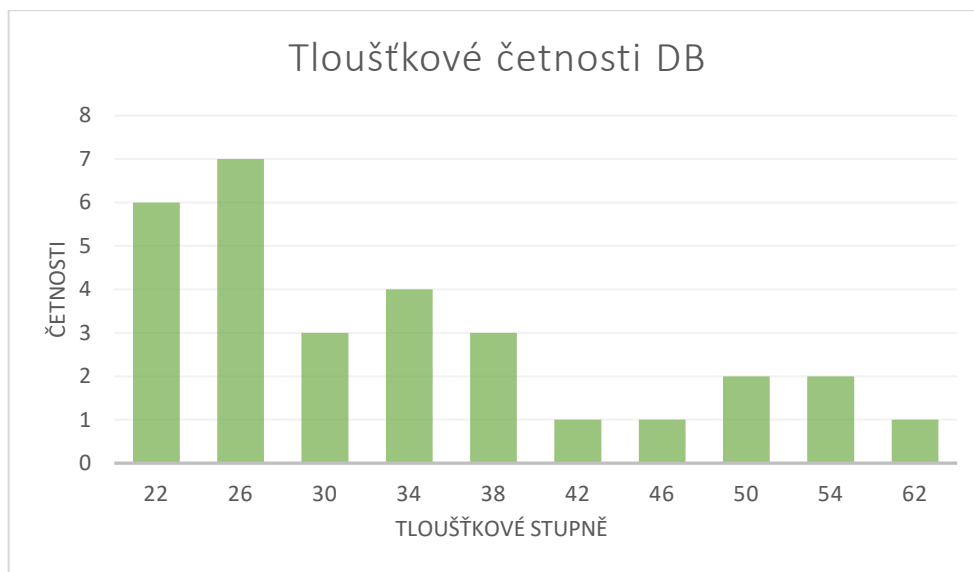
Tloušťkové četnosti dubu jsou rovnoměrněji rozložené do tloušťkových stupňů, přičemž největší četnost tlouštěk je ve stupni je 26.

Tabulka 7: Rozdělení počtu stromů do tloušťkových stupňů a výpočet kruhové základny dřeviny DB

Tloušťková struktura					
DB					
d_j (cm)	n_j	$n_j * d_j$	$n_j * d_j^2$	g_j (m ²)	$n_j * g_j$ (m ²)
22	6	132	2904	0,038	0,228
26	7	182	4732	0,053	0,372
30	3	90	2700	0,071	0,212
34	4	136	4624	0,091	0,363
38	3	114	4332	0,113	0,340
42	1	42	1764	0,139	0,139
46	1	46	2116	0,166	0,166
50	2	100	5000	0,196	0,393
54	2	108	5832	0,229	0,458
62	1	62	3844	0,302	0,302
suma	30	1012	37848		2,973

Tabulka 8: Výsledky statistických charakteristik, střední tloušťky, zakmenění a zastoupení dřeviny DB

aritmetický průměr (cm)	33,73
směrodatná odchylka (cm)	11,72
variační koeficient (%)	34,75
d_g (cm)	35,52
zakmenění	0,900
zastoupení (%)	12,63



Graf 4: Histogram četností v jednotlivých tloušťkových stupních dřeviny DB

5.5. Trvalá zkusná plocha

Celkový počet všech jedinců je 262. Aritmetický průměr činí 36,89 cm, směrodatná odchylka 13,49 cm, variační koeficient je 36,56 % a střední tloušťka z kruhové základny je 39,07 cm. Celkové zakmenění porostu činí 0,713.

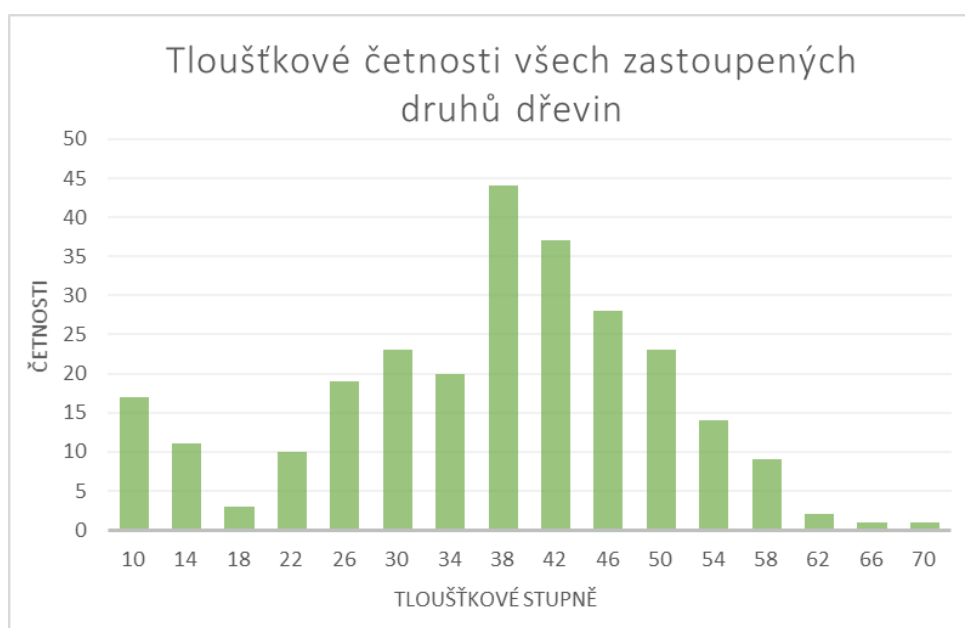
Histogram četností tloušťkových stupňů připomíná Gausseho rozdělení (jednovrcholový tvar). Největší počet stromů se nachází v prostředních tloušťkových stupních, konkrétně se jedná o tloušťkové stupně 38, 42 a 46, což je typické pro les věkových tříd.

Tabulka 9: Rozdělení počtu stromů do tloušťkových stupňů a výpočet kruhové základny všech zastoupených druhů dřevin

Tloušťková struktura					
Celkem					
d_j (cm)	n_j	$n_j * d_j$	$n_j * d_j^2$	g_j (m ²)	$n_j * g_j$ (m ²)
10	17	170	1700	0,007854	0,134
14	11	154	2156	0,015394	0,169
18	3	54	972	0,025447	0,076
22	10	220	4840	0,038013	0,380
26	19	494	12844	0,053093	1,009
30	23	690	20700	0,070686	1,626
34	20	680	23120	0,090792	1,816
38	44	1672	63536	0,113411	4,990
42	37	1554	65268	0,138544	5,126
46	28	1288	59248	0,16619	4,653
50	23	1150	57500	0,19635	4,516
54	14	756	40824	0,229022	3,206
58	9	522	30276	0,264208	2,378
62	2	124	7688	0,301907	0,604
66	1	66	4356	0,342119	0,342
70	1	70	4900	0,384845	0,385
suma	262	9664	399928		31,410

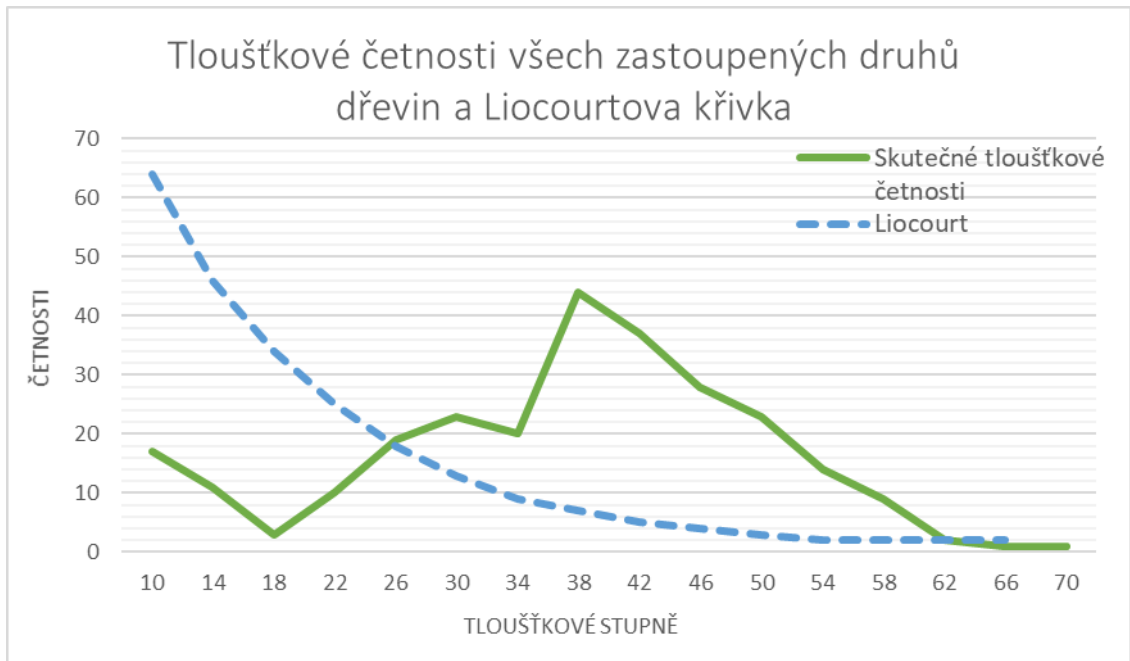
Tabulka 10: Výsledky statistických charakteristik, střední tloušťky a zakmenění všech zastoupených druhů dřevin

aritmetický průměr (cm)	36,89
směrodatná odchylka (cm)	13,49
variační koeficient (%)	36,56
d_g (cm)	39,07
zakmenění	0,713



Graf 5: Histogram četností v jednotlivých tloušťkových stupních všech zastoupených druhů dřevin

Na následujícím grafu je zobrazeno porovnání skutečné tloušťkové struktury s Liocourtovo křivkou, přičemž Liocourtova křivka zde představuje pouze názorné zobrazení tvaru ideální tloušťkové struktury.



Graf 6: Polygon tloušťkových četností všech zastoupených dřevin a Liocourtova křivka

5.6. Model cílové tloušťky

Dle Vzorce 11 byla vypočtena modelová cílová tloušťka o velikosti 42 cm. Následně, pro každou tloušťkovou třídu, byl vypočítán počet jedinců na 1 ha (Vzorec 12). Kvocient klesající geometrické řady byl určen podle vzorců č. 13 a 14, přičemž průměrná hodnota kvocientu \bar{q} je 1,375. Následující Tabulka 11 obsahuje vypočítané hodnoty.

Tabulka 11: Hodnoty pro skutečný počet stromů

Plocha: 3,1 ha	Skutečný počet stromů				
	$d_{1,3}$	N	N/ha	q	tl.st.
	cm	ks	ks	-	
	10	17	5,484	1,545	1
	14	11	3,548		2
	18	3	0,968		3
	22	10	3,226		4
	26	19	6,129		5
	30	23	7,419	1,150	6
	34	20	6,452		7
	38	44	14,194	1,189	8
	42	37	11,935	1,321	9
	46	28	9,032	1,217	10
	50	23	7,419	1,643	11
	54	14	4,516	1,556	12
	58	9	2,903		13
	62	2	0,645		14
	66	1	0,323		15
	70	1	0,323		16
	Suma	262	84,516	1,375	-

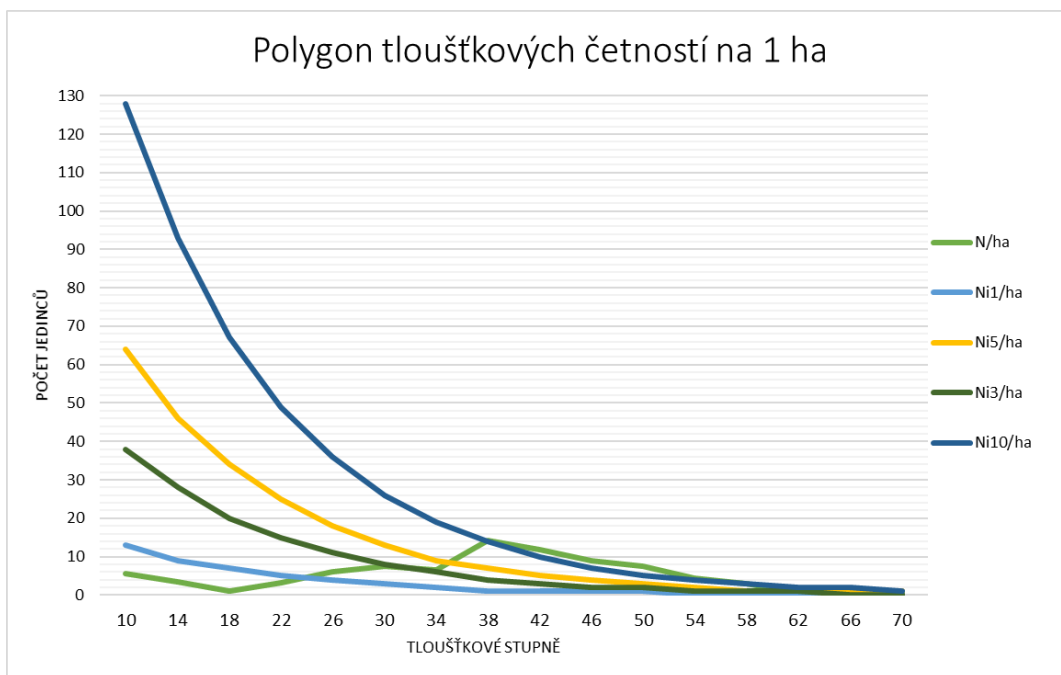
Poté byly vytvořeny čtyři modely vzorového počtu jedinců (An) v cílové tloušťce na 1 hektar, přičemž počet těchto jedinců byl vybrán subjektivně. Následně byl proveden dopočet vzorového stavu od cílového tloušťkového stupně pro ostatní tloušťkové stupně. Tyto hodnoty se zaokrouhlily na celá čísla. Výsledky jsou zaneseny v Tabulce 12 a 13. V Grafu 6 je porovnán skutečný stav počtu jedinců (N) na 1 hektar s modely vzorového počtu jedinců (An).

Tabulka 12: Výsledky pro vzorový stav pro $An = 1$ a $An = 5$

	Vzorový stav (na ha) pro $An = 1$		Vzorový stav (na ha) pro $An = 5$	
	$N_i = N_n * q^{(n-i)}$		$N_i = N_n * q^{(n-i)}$	
$d_{1,3}$	N_{i1}/ha		N_{i5}/ha	
cm	-	ks	-	ks
10	12,7	13	63,7	64
14	9,3	9	46,4	46
18	6,7	7	33,7	34
22	4,9	5	24,5	25
26	3,6	4	17,8	18
30	2,6	3	13,0	13
34	1,9	2	9,4	9
38	1,4	1	6,9	7
42	1,0	1	5,0	5
46	0,7	1	3,6	4
50	0,5	1	2,6	3
54	0,4	0	1,9	2
58		0	1,4	1
62		0	1,0	1
66		0	0,7	1
70		0	0,5	1
Suma	-	47		234

Tabulka 13: Výsledky pro vzorový stav pro $An = 3$ a $An = 10$

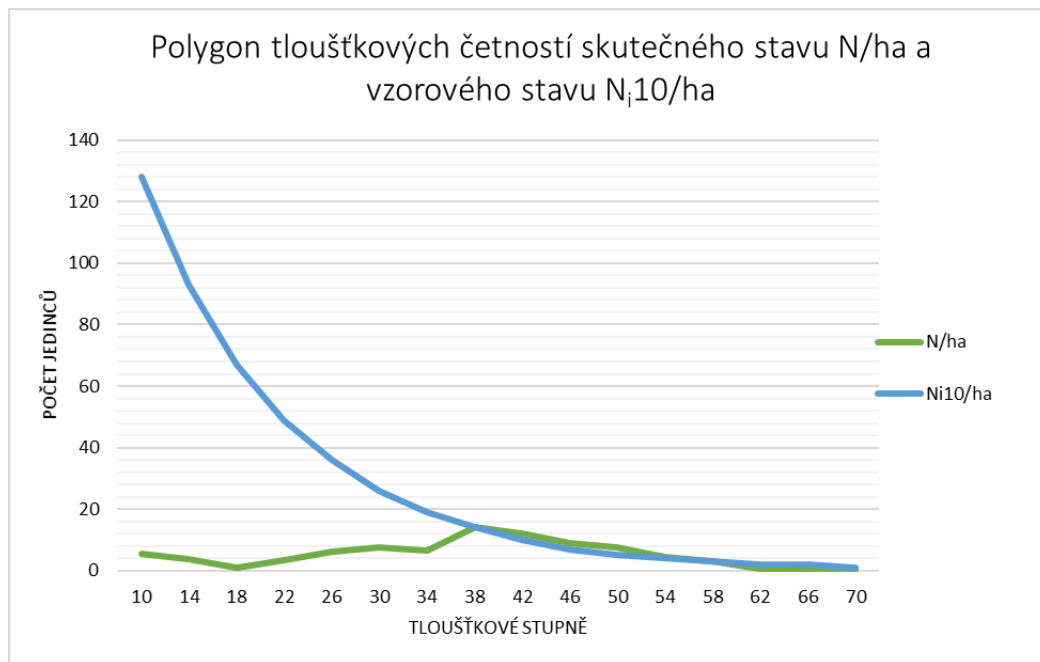
	Vzorový stav (na ha) pro $An = 3$		Vzorový stav (na ha) pro $An = 10$	
	$N_i = N_n * q^{(n-i)}$		$N_i = N_n * q^{(n-i)}$	
$d_{1,3}$	N_{i3}/ha		N_{i10}/ha	
cm	-	ks	-	ks
10	38,2	38	127,4	128
14	27,8	28	92,7	93
18	20,2	20	67,4	67
22	14,7	15	49,1	49
26	10,7	11	35,7	36
30	7,8	8	26,0	26
34	5,7	6	18,9	19
38	4,1	4	13,7	14
42	3,0	3	10,0	10
46	2,2	2	7,3	7
50	1,6	2	5,3	5
54	1,2	1	3,9	4
58	0,8	1	2,8	3
62	0,6	1	2,0	2
66	0,4	0	1,5	2
70	0,3	0	1,1	1
Suma		140		466



Graf 7: Porovnání tloušťkové struktury skutečného stavu jedinců (N) s modely vzorového počtu jedinců ($Ni1 - Ni10$) na 1 ha

Vzorový stav $An = 1$, čili jeden jedinec v modelové cílové tloušťce 42 cm je nevyhovující, jelikož počty stromů v nejnižších tloušťkových stupních jsou velice malé, pouze třináct jedinců v 10. tloušťkovém stupni, což není cílem výběrného hospodářského způsobu. U vzorového stavu $An = 3$ (tři jedinci v modelové cílové tloušťce 42 cm) je možné pozorovat mírný nárůst počtu jedinců v nejnižších tloušťkových stupních, ale tloušťková struktura stále není dost diferencovaná. Vzorový stav pěti jedinců v modelové cílové tloušťce ($An = 5$) se již výrazněji přibližuje Liocourtově křivce, počet jedinců v nejnižším tloušťkovém stupni vzrostl na jedenáctinásobek z počtu skutečného stavu tloušťkové struktury na 1 ha.

Jako nejvhodnější model vzorového stavu lesa v cílové tloušťce 42 cm byl zvolen $An = 10$, tedy deset jedinců v modelové cílové tloušťce. Graf 8 zobrazuje četnosti skutečného stavu a vzorový model stavu lesa při zvolení počtu deseti jedinců v modelové cílové tloušťce.



Graf 8: Polygon tloušťkových četností skutečného stavu N/ha a vzorového stavu Ni10/ha

Modelová křivka pro 10 jedinců v cílové tloušťce napodobuje tvar Liocourtovy křivky. Z Grafu 8 je patrné, že od 38. tloušťkového stupně křivka skutečných četností tloušťkových stupňů takřka kopíruje tvar modelu ideálních tloušťkových četností výběrného lesa. V nejslabších tloušťkových stupních došlo k navýšení počtu jedinců na 1 ha, což je cílem modelu výběrného hospodářského způsobu. Také došlo k zvýšení počtu jedinců na 1 ha, a to na 466 stromů.

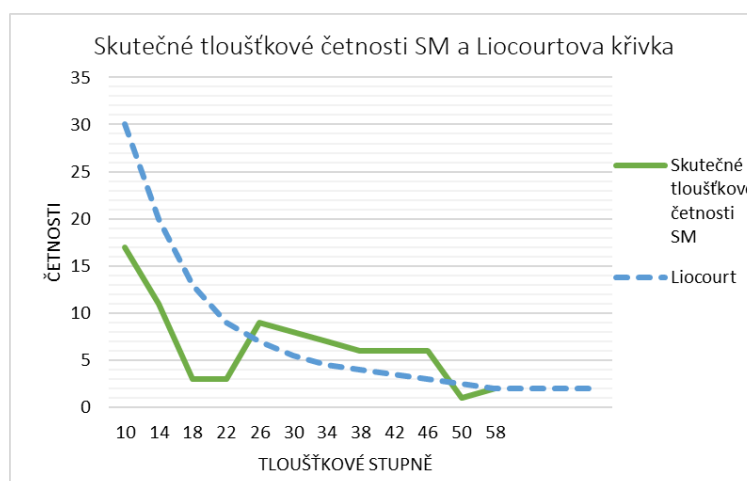
6. Diskuze

Předkládaná diplomová práce se zabývá posouzením tloušťkové struktury vybraných lesních porostů, které jsou součástí trvalé zkušné plochy na ŠLP v Kostelci nad Černými lesy. Nyní se jedná o porosty věkových tříd, ovšem v budoucnu mají perspektivu se postupnou přestavbou přiblížit k výběrnému lesu, a to pomocí diferencovanější tloušťkové struktury a docílit tak přírodě blízkému hospodaření. V této práci je řešena dočasná přechodná strategie, jak se v horizontu 20 až 40 let přiblížit k ideálnímu modelu tloušťkových četností.

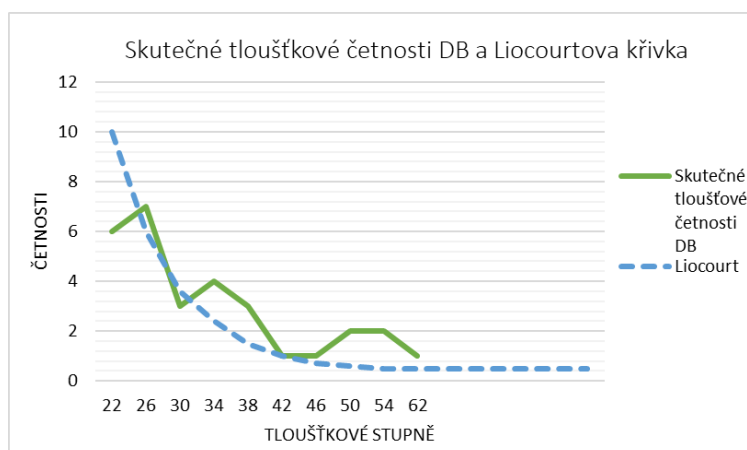
Porosty spadají pod 3. lesní vegetační stupeň, tedy dubobukový. Dle Korpel'a a Sanigy (1993) je v našich podmínkách největší uplatnění výběrného principu hospodaření v lesích 5. a 6. vegetačního stupně. Košulič (2015) uvádí,

že zaměřit se pouze na druh lesního vegetačního stupně jako na určující faktor, zda je daný porost vhodný pro výběrné hospodaření, není vhodné hledisko. Větší význam má konkrétní hospodářský stav porostů – zápoj, zdravotní stav, či jakost. Také Reininger (2000) nediferencuje svou metodu cílových tloušťek dle stanovištních podmínek. Z tohoto hlediska by převod na výběrný les mohl mít perspektivu.

Co se dřevinné skladby týče, nejzastoupenější dřeviny jsou modřín a borovice, které, dle výsledků měření v porostu, dosahují největších tloušťkových četností v 38. a 42. tloušťkovém stupni. Méně zastoupené jsou pak smrk a dub, které se se svou tloušťkovou strukturou částečně přibližují modelu ideální tloušťkové struktury. Porovnání tloušťkové struktury smrku a dubu je zobrazeno níže na Grafech 9 a 10, kde Liocourtova křivka představuje pouze názorné zobrazení tvaru ideální tloušťkové struktury.



Graf 9: Polygon tloušťkových četností dřeviny SM a Liocourtova křivka



Graf 10: Polygon tloušťkových četností dřeviny DB a Liocourtova křivka

Borovice, modřín a dub jsou světlomilné dřeviny. Schütz (2011) uvádí, že pro strukturu výběrného lesa je vhodnější volit druhy dřevin, které snášejí zastínění, jako je smrk a jedle. Ovšem Reininger (2000) předkládá fakta, že dubová mlazina může být vychovávána v polostínu, jelikož snášenlivost zástinu matečným porostem je u dubu větší, než se má všeobecně uvádí, a jakost stromů je údajně překvapivě dobrá.

Pro potřeby této diplomové práce byl vytvořen model cílové tloušťky pro trvalou zkusnou plochu, která byla vypočtena na hodnotu 42 cm. Koršulič (2015) uvádí, že koncepci cílových tlouštěk navrhl H. Reininger jako jednu z možností, jak nahradit holosečné hospodaření výběrnou těžbou.

Dále byly sestaveny čtyři modely vzorového počtu jedinců v cílové tloušťce, modely jsou vztaženy na 1 hektar. Výsledným nejvhodnějším modelem vzorového stavu lesa se jeví 10 stromů v cílové tloušťce na 1 ha, jelikož od 38. tloušťkového stupně tloušťková struktura zkusné plochy takřka kopíruje Liocourtovu křivku. Nižší věkové stupně ovšem vykazují velké rezervy, co se počtu jedinců týče.

Vysoký podíl silných tloušťkových stupňů a absence mladších tloušťkových stupňů směřuje k takovým hospodářským opatřením, která budou v prvotní fázi přechodné strategie trvalé zkusné plochy pro přestavbu lesa regulovat silnější tloušťkové stupně. Tzn., v případě vybraného modelu ideální tloušťkové struktury uváděné v této práci (10 jedinců v modelové cílové tloušťce na 1 ha), že od 38. do 58. tloušťkového stupně by se měly pozvolna snižovat přebytky jedinců, hloučkovitě, nikoliv rovnoměrným zásahem v celé ploše. Konkrétně se v těchto tloušťkových stupních dle výsledků nejčastěji vyskytují borovice a modřín. Koršulič (2015) uvádí, že obnovu borovice je vhodné vykonat jako první, dokud se půda nachází ve stadiu nejmenšího zabuření. Dále uvádí, že po postupném uvolňování C-stromů (jedinci cílových tlouštěk) začíná jejich těžba po dosažení cílové tloušťky pomocí skupinové výběrové seče. Stejným způsobem by k obnově v modelu této diplomové práce došlo i u modřínu, aby se dosáhlo jeho uvolnění. Je třeba zmínit, že borovice a modřín jsou již v mýtně zralé, a po dobu přestavby by mohlo dojít k narušení stability porostu, jak uvádí Vacek (2015). Mýtně zralé dřeviny jsou náchylnější ke škodlivým abiotickým a biotickým činitelům, což může zkomplikovat celý proces přestavby. Spathelf et. al. (2015) ve svém článku zmiňuje, že pokud dochází k narušení stability

přestárých porostů vlivem biotických činitelů, je vhodné tento porost smýt a převod na výběrný způsob hospodaření začít novým porostem. Naopak Moradi et. al. (2012) ponechání těchto jedinců v porostu podporuje pod podmínkou, že nejsou ohroženi abiotickými a biotickými činiteli a není třeba vykonat nahodilou těžbu. Dle Moradiho (2012) mají tyto jedinci v porostu vliv na již vytvořený ekosystém.

Absence nejslabších tloušťkových stupňů je pro převáděné porosty typická, proto musí být tyto mezery doplněny podporováním těch jedinců, které se nacházejí v nižších tloušťkových stupních (KORPEL', SANIGA 1993). Proto se, v rámci této diplomové práce, navrhuje taková hospodářská opatření, která by podporovala zmlazení a dorost do kmenoviny u smrku a dubu. Jejich tloušťková struktura na trvalé zkusné ploše vykazuje, že se obě dřeviny již úspěšně zmlazují a mají podobu tloušťkově diferencovaného porostu. V dalších postupných krocích se v rámci této práce navrhuje vybrat nejvitálnější jedince, kteří by mohli v budoucnu tvořit nejsilnější tloušťkové stupně v konečné fázi přestavby pomocí

Výše zmíněné návrhy hospodářských opatření jsou pouze nástinem, jak by se mohlo postupovat při převodu lesa věkových tříd na les s více diferencovanou tloušťkovou strukturou, jelikož převodní doba pro porost může být 90 až 100 let, jak uvádějí Korpel' a Saniga (1993).

Zvolený model cílové tloušťky v této práci byl vytvořen a cílová tloušťka vypočtena na základě faktu, že porost, nacházející se na trvalé zkusné ploše, je stále lesem věkových tříd. Pro zjištění cílové tloušťky ve výběrném lese je zapotřebí komplexnějšího postupu, který, mimo jiné, zahrnuje určení celkového běžného přírůstu (CBP). Reninger (2000) uvádí, že cílové tloušťky lze dosáhnout tehdy, když tloušťky poskytují nejlepší hospodářský výsledek, tzn., když hodnota CBP dosáhne kulminačního bodu přírůstu a kdy výčetná tloušťka odpovídá největšímu objemu nejlépe zpeněžitelných sortimentů. Těžba cílových tlouštěk je algoritmus, který shrnuje Poleno (1999) tak, že umožňuje využívat krok za krokem všechny přednosti přisuzované dosud pouze lesu výběrnému, bere v potaz biologickou racionalizaci a samovolně tak dochází k přibližování se k výběrnému lesu, který ovšem stále je vzdáleným cílem. Z těchto důvodů byl v rámci této práce vytvořen model cílových tlouštěk, avšak byl modifikován pro potřeby trvalé zkusné plochy, jelikož porosty, nacházející se na této ploše, jsou lesem věkových tříd a autorka si je vědoma, že takto vytvořený model není řádný.

V diplomové práci se pracuje pouze s dočasnou přechodnou strategií, jak teoreticky dosáhnout diferencovanější tloušťkové struktury na zkoumané trvalé zkusné ploše. Měření v rámci práce bylo první měření, které se na zkusné ploše realizovalo. Pokud by v oddělení již existovaly jiné trvalé zkusné plochy, kde již proběhla podrobnější měření, mohla by tato zjištěná data být využita i pro tuto diplomovou práci. Na trvalé zkusné ploše se neměřily výšky stromů, jelikož primárním cílem této práce je porovnání tloušťkové struktury této zkusné plochy s modelem ideální tloušťkové struktury výběrného lesa.

Na základě dalších měření, která budou provedena v rámci výzkumu na těchto porostech, bude možné cílovou tloušťku upravit a aktualizovat dle řádných postupů. Model cílové tloušťky v rámci této práce je pouze přechodný stav, ovšem může napovídat, kde začít s postupnou přestavbou na diferencovanější tloušťkovou strukturu a jakým směrem by se hospodaření mohlo vést. Časem by bylo zajímavé porovnat výsledky této práce s dalšími výzkumy, které budou v porostech probíhat.

7. Závěr

Definované cíle této práce byly naplněny. Podařilo se posoudit tloušťkovou strukturu vybraných porostů, nacházejících se na trvalé zkusné ploše na ŠLP, pomocí dendrometrických přístrojů. Získané tloušťkové struktury byly posouzeny pomocí standartních porostních a statistických charakteristik. Tloušťkové struktury trvalé zkusné plochy byly vyhodnoceny. Dále byly získané tloušťkové struktury porovnány s modelem ideální tloušťkové struktury výběrného lesa, a to pomocí vytvoření modelu cílové tloušťky jak pomocí výpočtů, tak graficky.

Součástí diplomové práce bylo navržení hospodářských opatření, která by v budoucnu mohla vést k postupné přestavbě porostů na tloušťkově diferencovanější, přičemž navržená hospodářská opatření reprezentují pouze dočasnou přechodnou strategii, jak se k diferencovanější tloušťkové struktuře přiblížit v horizontu 20 – 40 let.

8. Seznam literatury

AMMON, W. Výběrný princip v lesním hospodářství : závěry ze 40-ti let švýcarské praxe : překlad 4. vydání. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-87154-25-0.

BÍLEK, L., et al. How close to nature is close-to-nature pine silviculture?. *Journal of Forest Science*, 2016, 62.1: 24-34.

ČERNÝ M., PAŘEZ J., MALÍK Z., Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky. Vydání 1. Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, s.r.o., V Jílovém u Prahy

ČERNÝ, M.; PAŘEZ, J.; MALÍK, Z. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky. Smrk, borovice, buk, dub.) Jílové u Prahy, IFER, 1996, 245.

DIACI, J.. *Nature-based forestry in Central Europe: alternatives to industrial forestry and strict preservation*. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire,= Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2006.

DOLEŽAL, B.: Priestorová úprava lesa. SVPL Bratislava, 1956. 334 s

GAMBORG, Ch.; LARSEN, J.. 'Back to nature'—a sustainable future for forestry?. *Forest Ecology and Management*, 2003, 179.1-3: 559-571.

HAGLÖF SWEDEN AB. (2016). Users Guide DP II Computer Caliper. Haglöf Sweden AB.

<http://www.prosilvabohemica.cz/> [online]. Copyright © [cit. 05.04.2022]. Dostupné z: http://prosilvabohemica.cz/wp-content/uploads/2017/07/sbornik_MAlce_kveten_2017_final.pdf

<http://www.uhul.cz/> [online]. Copyright ©1 [cit. 11.02.2022]. Dostupné z: http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/zelenazprava/ZZ_2020.pdf

<http://www.uhul.cz/> [online]. Copyright ©L [cit. 05.04.2022]. Dostupné z: http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO10-Stredoceska_pahorkatina.pdf

KORPEL', Š. Výberný hospodársky spôsob. Praha: Vysoká škola zemědělská, 1993.

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

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

KOŠULIČ, M. Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu. Brno: FSC Česká republika - Forest Stewardship Council, 2010. ISBN 978-80-254-6434-2

KUŽELKA, K.; MARUŠÁK, R.; URBÁNEK, V. Dendrometrie. 2. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2016. 123 s. ISBN 978-80-213- 2673-6

Lesnictví (Lesy, eAGRI). [online]. Copyright © 2009 [cit. 11.02.2022]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/>

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

MORADI, M., et al. Over-mature beech trees (*Fagus orientalis* Lipsky) and close-to-nature forestry in northern Iran. *Journal of Forestry Research*, 2012, 23.2: 289-294

Normalita lesa pasečného – Hospodářská úprava lesů (HÚL) . Hospodářská úprava lesů (HÚL) – Základy dendrometrie a HÚL (ZDHÚL) [online]. Dostupné z: <https://hul.mendelu.cz/teorie-cviceni-hul-i/etat/normalita-lesa/>

POLENO, Z. -- VACEK, S. Pěstování lesů . III.; Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Česnými lesy: lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-87154-34-2.

POLENO, Z. Výběr jednotlivých stromů k obnovní těžbě v pasečném lese. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 1999. ISBN 80-86386-01-5.

PRIESOL, A.; POLÁK, L. Hospodářská úprava lesov. Príroda, 1991.

PULKRAB, K. *Ekonomika lesního hospodářství: vybrané kapitoly*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a environmentální, Katedra ekonomiky a řízení lesního hospodářství, 2005. ISBN 80-213-1409-5.

REININGER, H. 2000. *Das Plenterprinzip: oder die „Überführung des Altersklassenwaldes*. Graz; Stuttgart:Stocker, 2000. 238 s. ISBN 3-7020-0874-8

RUBIN, B. D.-- MANION, P. D. FABER-LANGENDOEN, D. Diameter distributions and structural sustainability in forests. *Forest Ecology and management*. 222(1):427-438. 2006

SCHÜTZ, J. Close-to-nature silviculture: is this concept compatible with species diversity?. *Forestry*, 1999, 72.4: 359-366.

SCHÜTZ, J. *Výběrné hospodářství a jeho různé formy: skripta k přednáškám Pěstění lesa II a Pěstění lesa IV*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2011. ISBN 978-80-7458-011-6.

SCHÜTZ, J., et al. Comparing close-to-naturesilviculture with processes in pristine forests: lessons from Central Europe. *Annals of Forest Science*, 2016, 73.4: 911-921.

SCHÜTZ, J.: *Der plenterbetrieb*. ETH Zürich, 1989, 54 s

SIMON, J., MACKŮ J., KADAVÝ J. *Hospodářská úprava lesů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1998. ISBN 80-7157-327-2

SPATHELF, P.; BOLTE, A.; VAN DER MAATEN, E. Is Close-to-Nature Silviculture (CNS) an adequate concept to adapt forests to climate change?.

SPATHELF, P.; BOLTE, A.; VAN DER MAATEN, E. Is Close-to-Nature Silviculture (CNS) an adequate concept to adapt forests to climate change?.

SPIECKER, H. Silvicultural management in maintaining biodiversity and resistance of forests in Europe—temperate zone. *Journal of environmental Management*, 2003, 67.1: 55-65.

STEPHENS, S., WAGNER M.. "Forest plantations and biodiversity: a fresh perspective." *Journal of forestry* 105.6, 2007: 307-313.

ŠMELKO, Š. Dendrometria: [vysokoškolská učebnica]. Vyd. 2. Vo Zvolene: Technická univerzita, 2007. ISBN 978-80-228-1828-5.

ÚHÚL: Oblastní plány rozvoje lesů. 403 - Forbidden: Access is denied. [online]. Dostupné z: <https://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyOpri.html>

VACEK, S., PODRÁZSKÝ V. Přírodě blízké lesní hospodářství v podmínkách střední Evropy: pěstování lesů : [sborník pro vlastníky lesů]. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a environmentální, katedra pěstování lesů, 2006. ISBN 80-213-1561-X.

VACEK, S., REMEŠ J., BÍLEK L., PODRÁZSKÝ V., VACEK Z., ŠTEFANČÍK I., BALÁŠ M. Pěstování přírodě blízkých lesů. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, 2015. ISBN ISBN978-80-213-2596-8.

VACEK, S., REMEŠ J., VACEK Z., BÍLEK L., ŠTEFANČÍK I., BALÁŠ M., PODRÁZSKÝ V. Pěstování lesů. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2018. ISBN ISBN978-80-213-2891-4.

VACEK, Z., et al. Adaption of Norway spruce and European beech forests under climate change: from resistance to close-to-nature silviculture. *Central European Forestry Journal*, 2019, 65.2: 129-144.

Vojenské lesy rozjíždí přírodě blízké hospodaření | Silvarium - lesnický, dřevařský a myslivecký zpravodajský web. Zprávy o lesnictví, dřevařství a myslivosti | Silvarium - lesnický, dřevařský a myslivecký zpravodajský web [online]. Dostupné z: <https://www.silvarium.cz/lesnictvi/vojenske-lesy-rozjizdi-prirode-blizke-hospodareni>

WESTPHAL, C. -- TREMER, N.-- VON OHEIMB, G.-- HANSEN, J.-- VON GADOW, K.-- HARDTLE, W. Is the reverse J-shaped diameter distribution universally applicable in European virgin beech forests? *Forest Ecology and Management* 223(1-3):75-83. 2006

