

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Analýza struktury lesa v průběhu jeho přestavby na
území Lesnického úseku Klokočná**

Diplomová práce

Autor: Bc. Peter Džugan

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

2022

Prehlasujem, že som diplomovú prácu na tému: *Analýza štruktúry lesa v prubehu jeho prestavby na území Lesnického úseku Klokočná* vypracoval samostatne pod vedením prof. Ing. Jiřího Remeše, Ph.D. a použil som len pramene, ktoré uvádzam v zozname použitej literatúry. Som si vedomý toho, že zverejnením diplomovej súhlasím aj s jej zverejnením podľa zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platnom znení, a to bez ohľadu na výsledok jej obhajoby.

V Prahe dňa 10.4.2022

Pod'akovanie

Týmto spôsobom by som chcel v prvom rade poďakovať vedúcemu svojej diplomovej práci pánovi prof. Ing. Jiřímu Remešovi, Ph.D za cenné rady pri písaní záverečnej práce. Zvlášť sa chcem poďakovať celej mojej rodine za podporu počas celého štúdia.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

abs. v. š. Peter Džugan

Lesní inženýrství
Lesní inženýrství

Název práce

Analýza struktury lesa v průběhu jeho přestavby na území Lesnického úseku Klokočná

Název anglicky

Analysis of the Forest Structure During Its Conversion in the Klokočná Forest District

Cíle práce

Cílem práce je vyhodnotit proces přestavby lesa na vybrané části lesnického úseku Klokočná, kde transformace probíhá více než 30 let. Cílem práce je získat nové poznatky o vývoji vybraných lesních porostů, ve kterých se uplatňuje speciální management, posoudit stupeň jejich strukturální diferenciacce a vyhodnotit vývoj produkčních ukazatelů v čase. Součástí práce je i návrh dalšího pěstebního postupu.

Metodika

Detailní rozbor problematiky přestavby lesních porostů.

Obnovení 2 vybraných trvalých výzkumných ploch (TVP) na LÚ Klokočná (LZ Konopiště, Lesy ČR, s.p.) Tábor) o celkové ploše 1 ha.

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

Analýza tloušťkové, výškové a prostorové struktury porostů na TVP a stanovení jejich produkčních parametrů (kruhová základna, zásoba, přírůst) v souladu s metodikou předchozích výzkumů (Remeš, Kozel, 2006, Bílek et al. 2013).

Vyhodnocení změn od poslední inventarizace TVP a zhodnocení pokročilosti procesu přestavby.

Návrh dalšího postupu přestavby s ohledem na její cíl, včetně návrh nejbližšího těžebního zásahu.

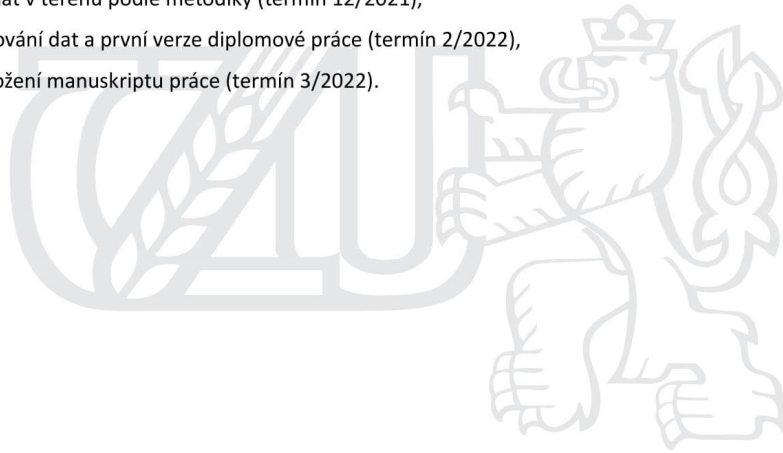
Práce bude napsána ve slovenském jazyce.

Harmonogram:

– obnovení trvalých výzkumných ploch na LÚ Klokočná (termín 11/2021),

– vypracování literární rešerše (termín 11/2021),

- hodnocení stavu lesa, přírodních podmínek a hospodaření na LÚ Klokočná (termín 11/2021),
- sběr dat v terénu podle metodiky (termín 12/2021),
- zpracování dat a první verze diplomové práce (termín 2/2022),
- předložení manuskriptu práce (termín 3/2022).



Doporučený rozsah práce

Min. 50 stran textu

Klíčová slova

transformace lesních porostů, stejnověký les, různověký les, zásoba porostu, přírůst stromů, přírodě blízké pěstování lesů

Doporučené zdroje informací

- BÍLEK, L., REMEŠ, J., ŠVEC, O., 2013: On the way to continuous cover forest at middle elevations – the question of forest structure and specific site characteristics. *Journal of Forest Science* 59(10): 391–397.
- KORPEL, Š. a kol., 1991: *Pestovanie lesa. Príroda Bratislava, 1991*
- POLENO, Z., VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J., ŠTEFANČÍK, I., MIKESKA, M., KOBLIHA, J., KUPKA, I., MALÍK, V., TURČÁNI, M., DVOŘÁK, J., ZATLOUKAL, V., BÍLEK, L., BALÁŠ, M., SIMON, J. 2009: *Pěstování lesů III. – Praktické postupy pěstování lesů, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 2009, 860 s.*
- POLENO, Z., 1999: Výběr jednotlivých stromů k obnovní těžbě v pasečném lese. *Kostelec n. Č. l., Lesnická práce, 128 s.*
- REMEŠ, J., KOZEL, J. 2006: Structure, growth and increment of the stands in the course of stand transformation in the Klokočná Forest Range. *Journal of Forest Science*, 52: 537 – 546.
- REMEŠ, J., 2017: Development and present state of close-to-nature silviculture. *Journal of Landscape Ecology*, 11(3): 17-32.
- SCHÜTZ, J.P., SANIGA, M., DIACI, J., VRŠKA, T., 2016: Comparison close-to-nature silviculture with processes in pristine forests; lessons from Central Europe. *Annals of Forest Sciences*, 73: 911-921.
- SCHÜTZ, J. P., 2001: Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. *Forest Ecology and Management*, 151: 87–94.
- SCHÜTZ, J.P., 2002: Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures. *Forestry*, 75(4): 329-337.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Remeš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 30. 4. 2021

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 26. 7. 2021

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 17. 01. 2022

Abstrakt

Diplomová práca sa zaoberá popisom a hodnotením procesov prestavby lesa z rovnovekého lesa na výberkový spôsob hospodárenia, kde transformácia prebieha vyše 30 rokov. Pre popis porastových charakteristík boli zvolené 2 trvalé výskumné plochy o celkovej výmere 1 ha, následne boli namerané dáta porovnané s posledným meraním v roku 2010. Pre odvodenie základných produkčných ukazovateľov boli použité základné dendrometrické merania ($d_{1,3}$, h , hk). Hlavné zastúpenie z drevinovej skladby má smrek 65 %, nasleduje dub s vyše 20 %. Celkový bežný prírast ročný predstavoval 7,5 a 8,6 m³ / ha. Zásoba porastov bola 246,3 m³ / ha a 259,8 m³ / ha. Na základe vykonaných analýz hodnotiacimi štruktúru, zásobu, prírast a vývoji v čase vyplýva, že vykonané usmerňujúce zásahy v porastoch vedú k modelovému výbernému lesu. Súčasťou práce je aj odporúčenie konkrétnych opatrení, ktoré majú za úlohu zvýšiť bohatosť štruktúry porastu, odpovedajúce princípom prírode blízkeho hospodárenia. Proces transformácie lesa je mierne pokročilý, bude nevyhnutné pokračovať v nastolenej ceste po relatívne dlhú dobu a výsledok bude závisieť na úsilí a cieľoch lesných hospodárov.

Kľúčové slová: prestavba lesných porastov, porastová štruktúra, výberný princíp, rôznorodosť

Abstract

This thesis is concerned with the description and evaluation of the processes of forest transformation from the even-aged management to the selection systems, where the said transformation has occurred for over 30 years. As for the description of the forest stand characteristics, two perennial research-designated areas with a combined total area of one hectare were chosen and subsequently the measured data-points were compared with the most recent measurement in 2010. Basic dendrometric measurements were used to derive basic production indicators ($d_{1,3}$, h , h_k). The most represented within the wood composition is European spruce (*Picea abies*), followed by oak (*Quercus petraea*) and pine (*Pinus sylvestris*). The annual timber increment was marked at 7.5 and 8.3 m^3/ha . The timber stock was marked at 246.3 and 259.8 m^3/ha . Based on the analysis performed to evaluate the structure, timber increment and trends over time, it follows that the performed directive interventions in the forest give rise to the model selection forest. This thesis also includes recommendation of concrete measures intended to enhance the richness of the forest structure compatible with the principles of close-to-nature management. As the forest transformation process is semi-advanced, it becomes necessary to continue in the established path for a relatively long time and the final result will depend on the efforts applied and objectives set by the forest managers.

Keywords: forest stand transformation, stan structure, selection principles, diversity

Obsah

1.	ÚVOD	11
2.	CIELE PRÁCE	12
3.	LITERÁRNA REŠERŠ	13
3.1	HOSPODÁRSKY SPÔSOB	13
3.1.1	<i>Holorubný</i>	13
3.1.2	<i>Podrastový</i>	14
3.1.3	<i>Násečný</i>	15
3.1.4	<i>Výberkový</i>	15
3.2	TRANSFORMÁCIA LESA	17
3.2.1	<i>Premena</i>	17
3.2.2	<i>Prevod</i>	18
3.2.3	<i>Prestavba</i>	18
3.3	ŠTRUKTÚRA LESA	19
3.3.1	<i>Vývojové fázy lesa</i>	20
3.3.2	<i>Veľký vývojový cyklus</i>	20
3.3.3	<i>Malý vývojový cyklus</i>	21
3.4.	SPÔSOB VÝBERU	22
3.4.1	<i>Stromová forma</i>	22
3.4.2	<i>Skupinová forma</i>	23
3.4.3	<i>Štruktúrna prebierka</i>	23
3.4.4	<i>Zásady výberného princípu</i>	24
3.5	KONCEPCIE PRÍRODE BLÍZKYCH POSTUPOV HOSPODÁRENIA	25
3.6	DREVINY VÝBERNÉHO LESA	27
4.	METODIKA	30
4.1	CHARAKTERISTIKA ZÁUJMOVÉHO ÚZEMIA	30
4.1.1	<i>Správa záujmového územia</i>	30
4.1.2	<i>Klimatické podmienky</i>	30
4.1.3	<i>Geologické a pôdne podmienky</i>	31
4.1.4	<i>Typologická klasifikácia</i>	31
4.1.5	<i>Drevinné zloženie</i>	31
4.1.6	<i>Lesné hospodárenie v lokalite</i>	32
4.2	POSTUP MERANIA	32
4.3	TVORBA HRÚBKOVEJ ŠTRUKTÚRY	33
4.4	TVORBA VÝŠKOVEJ ŠTRUKTÚRY	34
4.5	KRUHOVÁ ZÁKLADŇA	35
4.6	ZOSTAVENIE LIOCOURTOVEJ KRIVKY	35
4.7	VÝPOČET ZÁSOBY	36
4.8	PRÍRASTY	38
4.9	DRUHOVÁ PESTROSŤ	38
5.	VÝSLEDKY	40
5.1	PORASTOVÉ CHARAKTERISTIKY	40
5.2	DREVINOVÉ ZLOŽENIE	41
5.3	HRÚBKOVÁ ŠTRUKTÚRA	43
5.4	VÝŠKOVÁ ŠTRUKTÚRA	49
5.5	PRÍRASTY	53
6.	DISKUSIA	55
6.1	HRÚBKOVÁ ŠTRUKTÚRA	55

6.2	VÝŠKA.....	56
6.3	DREVINNÉ ZLOŽENIE.....	57
6.4	ZÁSOBA PORASTU.....	59
6.5	PRÍRAST.....	60
7.	ODPORUČENIE PRE PRAX.....	61
7.1	PLOCHA Č. 1.....	61
7.2	PLOCHA Č. 2.....	61
8.	ZÁVER.....	64
9.	ZOZNÁM POUŽITEJ LITERATÚRY.....	65
10.	ZOZNAM PRÍLOH.....	73

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1:	Použité česko-slovenské objemové rovnice (Petráš, Pajčík 1991).....	37
Tabuľka 2:	Sumárne výsledky hlavných porastových veličín na ploche č. 1.....	40
Tabuľka 3:	Sumárne výsledky hlavných porastových veličín na ploche č. 2.....	40
Tabuľka 4:	Hodnoty indexov diverzity.....	42
Tabuľka 5:	Prerozdelenie hrúbky do príslušných kategórií pre plochu č. 1.....	47
Tabuľka 6:	Prerozdelenie hrúbky do príslušných kategórií pre plochu č. 2.....	48
Tabuľka 7:	Shannov evenness a simpsonov index hrúbkovej diversity.....	48
Tabuľka 8:	Koeficienty determinácie vyrovnaných výšok pre vybrané dreviny na ploche č. 1.....	51
Tabuľka 9:	Koeficienty determinácie vyrovnaných výšok pre vybrané dreviny na ploche č. 2.....	51
Tabuľka 10:	Relatívnej dĺžky koruny pre jednotlivé druhy na ploche č. 1.....	52
Tabuľka 11:	Relatívnej dĺžky koruny pre jednotlivé druhy na ploche č. 2.....	53
Tabuľka 12:	Prehľad celkové bežného prírastu a prírastkové percenta na ploche č. 1.....	53
Tabuľka 13:	Prehľad celkové bežného prírastu a prírastkové percenta na ploche č. 2.....	53
Tabuľka 14:	Výška ťažieb od poslednej inventarizácie od roku 2010 v m ³ .ha ⁻¹	54

Zoznam grafov

Graf 1:	Znázorňuje rozloženie porastovej skladby na výskumnej ploche č. 1.....	41
Graf 2:	Znázorňuje rozloženie porastovej skladby na výskumnej ploche č. 2.....	41
Graf 3:	Hrúbková štruktúra porastu na ploche č. 1 vyrovnaná Liocourtovou krivkou.....	43
Graf 4:	Hrúbková štruktúra porastu na ploche č. 2 vyrovnaná Liocourtovou krivkou.....	44
Graf 5:	Rozloženie kruhovej základne medzi hrúbkové stupne na ploche č. 1.....	44
Graf 6:	Rozloženie kruhovej základne medzi hrúbkové stupne na ploche č. 2.....	45
Graf 7:	Rozloženie objemu do príslušných hrúbkových stupňoch za rok 2010 a 2022 na ploche č. 1.....	46
Graf 8:	Rozloženie objemu do príslušných hrúbkových stupňoch za rok 2010 a 2022 na ploche č. 2.....	47
Graf 9:	Závislosť výšky drevín na hrúbke pre všetky dreviny na výskumnej ploche č. 1.....	49
Graf 10:	Závislosť výšky drevín na hrúbke pre všetky dreviny na výskumnej ploche č. 2.....	49
Graf 11:	Lineárna závislosť výšky drevín na výške nasadenia koruny na výskumnej ploche č. 1.....	50
Graf 12:	Lineárna závislosť výšky drevín na výške nasadenia koruny na výskumnej ploche č. 2.....	51

1. ÚVOD

Ľudská spoločnosť v priebehu času mení svoj prístup k využívaniu prírodných zdrojov a v rámci týchto zmien mení aj svoj prístup k lesu, respektíve k obhospodarovaniu a úžitkom z neho plynúcim. Súčasné vnímanie lesa je zásadne ovplyvnené tým, že naša krajina je silne poznačená doterajším civilizačným vývojom. Les tvorí základný homeostatický článok, a preto sa na neho pozerá ako na nenahraditeľnú zložku ekologickej stability v krajine. Zvlášť cenené sú prírodné a prirodzené lesy, trebárs len v drobných segmentoch, ktoré sú zárukou širokej biologickej rozmanitosti a skrze ňu aj ekologickej stability. V našich podmienkach je však väčšina lesov činnosťou človeka veľmi ovplyvnená a oproti prírodnému stavu podstatne zmenená. S touto zmenou ňou sa samozrejme mení aj schopnosť lesného ekosystému poskytovať popri produkcii dreva aj ďalšie úžitky. Cestou k zmene súčasnej situácie je hľadanie a dôsledné uplatňovanie spôsobov, ktoré berú ohľad na jeho biologickú podstatu. V širšom slova zmysle hovoríme o uplatňovaní princípov trvalo udržateľného obhospodarovania lesov a v užšom slova zmysle potom používame pojem prírode blízke obhospodarovanie lesov. Takéto nakladanie s lesom, ktoré by malo napĺňať tri základné piliere. (1) Optimálne využívanie produkčných schopností a vytváranie porastov odpovedajúce druhovej a priestorovej skladby. (2) Dodržiavanie vývojovej a produkčnej nepretržitosti, čo predstavuje upustenie od plošnej holorubných rubov. (3) Individuálne posudzovanie a výber stromov k rúbu, kedy sa mení obnova lesa z cieľa na prostriedok udržania trvalosti ekosystému. V praxi je potom uplatňovanie princípov prírode blízkeho obhospodarovania lesov zásadne ovplyvnené východiskovým stavom porastov, prístupom lesného hospodára a cieľmi vlastníka. Z toho následne plynie rozdielnosť v cestách k dosiahnutiu stanoveného cieľa.

2. CIELE PRÁCE

Cieľom práce je vyhodnotiť proces prestavby lesa na vybranej časti lesníckeho úseku Klokočná, kde transformácia prebieha viac ako 30 rokov. Cieľom práce je získať nové poznatky o vývoji vybraných lesných porastov, v ktorých sa uplatňuje špeciálny manažment, posúdiť stupeň ich štrukturálnej diferenciacie a vyhodnotiť vývoj produkčných ukazovateľov v čase. Súčasťou práce je aj návrh ďalšieho výchovného postupu.

3. LITERÁRNA REŠERŠ

3.1 Hospodársky spôsob

3.1.1 Holorubný

Holorubný spôsob hospodárenia v Českej republike dominuje (Simon, Vacek 2008). Pracujú s jednou rubnou dobou, ktorá je zanesená v hospodárskych plánoch a hospodárskych osnovách jednotlivých vlastníkov. Porasty obhospodarované týmto spôsobom sú vekovo, výškovo a hrúbkovo málo diferencované (Poleno et al. 2007). Holorubný spôsob hospodárenia je úzko spojený s počiatkami výsadby ihličnatých drevín na konci 18. storočia. V tejto dobe bolo hospodárenie v lesoch neregulované a nešetrné. Predchádzajúce porasty boli spravidla autochtónne, zle obhospodarované a složené prevažne z listnatých drevín. Po vyťažení porastu väčšinou nasledovala výsadba práve ihličnatých drevín, zo začiatku hlavne borovice potom nasledoval smrek. Holorubný spôsob poskytuje značne veľké technické možnosti a je pomerne ľahko zvládnuteľný. Pre niektoré dreviny vytvára veľmi dobrú východiskovú situáciu. Holorubný spôsob sa aj preto čoskoro stal najčastejším hospodárskym spôsobom a nahradil potulný rub (Vacek, Podrázský 2006). Podmienky pre holorubný hospodársky spôsob obmedzuje lesný zákon č. 289/1995 Sb. Veľkosť plochy holiny vymedzuje na plochu maximálne 1 ha. Výnimkou je možné plochu rúbane zväčšiť na 2 ha, ale iba na niektorých stanovištiach (prirodzené borovicové stanovištia na pieskoch, prirodzené lužné stanovištia a na dopravne neprístupných svahoch dlhších ako 250 m, nesmie však ísť o exponované stanovište). V zákone je obmedzená aj šírka, ktorá nesmie prekročiť dvojnásobok porastovej výšky a na exponovaných stanovištiach jedennásobok porastovej výšky. Ak by bolo holorubné hospodárenie väčšie ako 1 ha, dochádzalo by k väčšiemu ohrozeniu lesa. Preto je veľkosť obmedzená zákonom (Drobník, Dvořák 2010). Pri holorubnom spôsobe sa porast jednorazovo vyťaží a následne obnoví. Nedochoďa tu k princípom jednotlivého výberu. Nevýhody holej plochy sú väčšie teplotné výkyvy a tlak buriny (Korpel' et al. 1993). Výsledkom holorubného spôsobu sú homogénne jedno etážové porasty (Poleno et al. 2007).

Rúbaňové hospodárstvo v hospodárskom lese mení signifikantne prírodné deje vývoja lesa. Sú to najmä tieto prípady:

- Kalamitné situácie spôsobené zníženou stabilitou monokultúrnych a rovnovekých porastov, ktoré sú náchylnejšie k kratším intervalom ako je plánovaná rubná doba či životnosť v prírodnom lese.
- Les je nepretržite udržiavaný vo fáze produktívnej výstavby, tým nedovŕši maximálnej akumulácie biomasy.
- Vyprodukovaná drevná hmota je takmer úplne ťažbou odstránená z plochy.
- Ťažobnými zásahmi dochádza výraznejšie k poškodzovaniu pôdneho krytu, čo spôsobuje eróziu pôdy.
- Priebeh sukcesie v prírodných lesoch môže byť nahradený prirodzenou obnovou lesa, ale spravidla je to umelou obnovou.
- Prirodzene sa vyskytujúce dreviny alebo ich zmesi sú po holorube spravidla nahradené alochtónnymi alebo hospodársky produktívnejšími drevinami (Simon et al. 2014).

3.1.2 Podrastový

Pri podrastovom spôsobe hospodárenia sa obnova lesa uskutočňuje pod clonou obnovovaného porastu (Tesař 1995). Ekologický vplyv materského porastu sa na obnovnej ploche prejavuje v plnom rozsahu (Poleno et al. 2007). Prívod klimatických činiteľov (tepla, svetla, zrážok) zhora je zvýšený s mierou presvetlenia. Materský porast zároveň slúži ako ochrana proti burine a zlepšenie mikroklimatických činiteľov (Schütz 2001). Podrastový hospodársky spôsob využíva clonné ruby. Tie kombinujú niekoľko hospodárskych foriem a modifikácií. S ohľadom na plošný rozsah rubu, je možné rozdeliť clonný rub na veľkoplošný a maloplošný. Z hľadiska časového priebehu na krátkodobý, dlhodobý až permanentný. Rozmiestnenie ťažobného zásahu môže byť pravidelné alebo nepravidelné. Ďalším kritériom môže byť počet fáz rubu. Tie sa pohybujú od dvoch a vyššie a môžu prechádzať až do neobmedzeného výberného rubu pri zachovaní dlhej obnovnej doby (Poleno et al. 2007).

3.1.3 Násečný

Hospodársky spôsob násečný je založený na obnove porastov holorubnými obnovnými prvkami (násekmi) s rozlohou do 1 ha rôzneho tvaru (pruhy, kotlíky, klíny), ktorých šírka nepresahuje výšku obnovovaného porastu. Prevláda tu obnova umelá, ale účelne a cieľavedome je možné využiť aj obnovu prirodzenú bočným náletom drevín (Simon, Vacek 2008). Po zaistení kultúr (nárastov) sa postupuje s obnovou proti smere prevládajúceho vetra.

Do hospodárskeho spôsobu násečného patria aj všetky obnovné postupy založené na princípe okrajového rubu (Poleno 1998). Tento hospodársky spôsob je vhodný pre celý rad drevín s rozdielnymi ekologickými nárokmi (Polanský 1956). Vo vytváranom pruhy, kde vzniká holina je možno použiť svetlomilné dreviny. Pod clonou materského porastu sa obnovujú dreviny tolerujúce zatienenie. Stredná zóna, kde je stále silný vplyv materského porastu a je tak čiastočne redukované množstvo dopadajúcich zrážok a slnečného žiarenia. Avšak v strednej zóne je menšia koreňová konkurencia s to vytvára vhodné podmienky pre dreviny tolerujúce stredné zatienenie. V prípade väčšej plochy porastu treba postupovať nielen od kraja, ale aj zvnútra porastu. Hlavný je aj smer ťažby vzhľadom na slnečné žiarenie a silu vetra (Běle 1992).

3.1.4 Výberkový

Hospodársky spôsob výberový je hospodársky spôsob, pri ktorom sa obnova vykonáva súčasne s výchovou na tej istej ploche jednotlivým alebo skupinovým výberom, a to teoreticky nepretržite. Základnými nástrojmi pestovania lesov a hospodárskej úpravy lesov sú celkový bežný prírast, zásoba a jej hrúbková štruktúra, doba presunu a rozloženia hrúbkových frekvencií (Marušák, Kašpar, 2016). Ammon (2009), špecifikuje hospodársky spôsob výberový ako spôsob hospodárenia, ktorý je charakteristický ťažbou vybraných stromov na celkovej porastovej ploche v krátkych časových intervaloch. To spôsobuje postupné dorastanie stromov strednej a spodnej porastovej vrstvy do medzier vzniknutých po ťažbe.

Košulič (2010) tvrdí, že pre výberný spôsob je charakteristické proporcionálne zastúpenie všetkých hrúbok pri porušení zápoja porastu. Les ma vykazovať fázu dorastania a vyvíjať sa do optima z pohľadu štádia lesa. Dôležité je rozrušenie zápoja

a musí sa neustále dodržiavať. Vo chvíli kedy prestaneme s preriedovaním zápoja, teda s ťažbou cieľových stromov, dôjde k prehusteniu zápoja, zvýši sa prírastok, potlačia sa stromy menších hrúbok a zamedzí sa kontinuálnemu zmladeniu, čím porast pomaly vstúpi do fázy optima. Výberný spôsob sa v lese samovoľne vyskytuje veľmi sporadický, a to len v prípade, kde podmienky umožňujú pravidelné rozrúšať zapojenie.

Pri hospodárení prírode blízokým spôsobom by sa mali na značnej časti lesného majetku dodržiavať tri hlavné princípy: genetický, ekologický a ekonomický. Genetický princíp predstavuje zachovanie genofondu populácií drevín, toto hľadisko je dôležité pre dobrý zdravotný stav a trvalosť ekosystému porastu. Princíp ekologický rešpektuje nároky drevín na rastové podmienky. Ďalším princípom je ekonomický, podľa ktorého sa v čo najširšej možnej miere využíva prírodného zdroja (Košulič 2010).

Výberný les sa snaží využívať nielen produkčnú schopnosť a ekologické vlastnosti stanovišťa, ale aj rastové vlastnosti drevín a jednotlivých stromov tým, že dokonalejšie vyplní horizontálnu a vertikálnu štruktúru porastu. Optimálne využitý disponibilný nadzemný priestor, ktorý je daný jeho charakteristickým vertikálnym zápojom. Dosiachnutie tohto optimálneho vertikálneho zápoja predstavuje požadovaný rovnovážny stav výbernej štruktúry lesa (Simon et al. 2014).

O výbernom hospodárstve sa môže vo výbernom lese hovoriť len vtedy, ak sú splnené tieto princípy:

- Trvalé zachovanie lesa ako ekosystému na celej úrovni porastu.
- Trvalá, nepretržitá v krátkych intervaloch sa opakujúca možnosť ťažby mýtne zrelejších stromov v každom poraste.
- Rovnovážny stav porastu pri zachovaní hrúbkovej i výškovej štruktúry pri dosiahnutí optimálnej zásoby porastu a pri dlhodobo vyrovnanom celkovom bežnom objemovom príraste.
- Systematické a dôsledné uplatňovanie kritérií zušľachtujúceho výberu pri ťažobných zásahoch vo všetkých vrstvách, ktoré sa vo výbernom lese vytvárajú.

- Neustále plynulá prirodzená obnova, plošným rozsahom a dynamikou zodpovedajúcou zvolenému porastovému typu, bez obdobia stagnácie (Bruchánika et al. 2016).

Výhody výberkového spôsobu hospodárenia:

- väčšia odolnosť porastu vďaka jeho diferenciacii
- trvalé zastúpenie všetkých hrúbkových tried na malej ploche
- umožnenie trvalej ťažby aj na malej výmere
- stanovenie cieľovej hrúbky kmeňa
- prírode blízky spôsob hospodárenia
- zvýšená hodnotová produkcia drevnej hmoty (Korpeľ, Saniga 1995)

Nevýhody výberkového spôsobu hospodárenia:

- vysoké nároky na odborný personál
- náročnejšie prevedenie ťažby a následne približovanie z porastov
- nutné kvalitné cestná sieť
- horšia obnova svetlomilných drevín (Korpeľ, Saniga 1995)

3.2 Transformácia lesa

3.2.1 Premena

Premena lesného porastu je zásadná zmena drevinového zloženia predčasnou alebo urýchlenou obnovou na cieľové zastúpenie drevín (Tesař 1995). Najväčšie uplatnenie má tam, kde doterajšie rovnorodé monokultúry stratili svoju funkčnosť (Vacek et al. 2015). Najvhodnejším spôsobom pre premenu jednotvárneho lesa sa ukazuje ako výhodná fytotechnika práve skupinový clonný rub alebo pomiestny skupinový clonný rub (Malcolm et al. 2001).

3.2.2 Prevod

Prevod hospodárskeho spôsobu je zámerná zmena určitého hospodárskeho spôsobu na spôsob iný. Prevody hospodárskeho spôsobu sa zvyčajne spájajú s premenami porastov a spoločne sú hlavnými nástrojmi uplatňovania prírode blízkeho pestovania lesa (Kantor et al. 2013).

Prvým stupňom prestavby porastov je prevod holorubného hospodárskeho spôsobu na spôsob podrastový. V tejto fáze prestavby ide predovšetkým od upustenie holorubné hospodárenie a zamerať sa na obnovu pod materským porastom. Tu pestovanie lesov kladie dôraz na prirodzenú obnovu ako základný prostriedok dosiahnutia pestovateľského cieľa (Korpeľ, Saniga 1993). Vhodné je pripraviť porasty na prevod v strednom veku (Poleno et al. 2007).

Druhým a tiež zložitejším stupňom je prestavba podrastového hospodárskeho spôsobu na spôsob výberný. O tomto type prevody sa uvažuje v súvislosti so snahou zvýšiť mimo produkčné funkcie lesa. Vo výbernom hospodárskom spôsobe sa štruktúra lesa zásadne líši od štruktúry lesa holorubného. Preto pestovateľská zložitosť a časová náročnosť tejto prestavby závisí od východiskového stavu porastov, celkovo je však nutné poznamenať, že samotná prestavba tvorí najťažšiu fázu vytvorenia výberného lesa a vyžaduje dlhodobú dôslednosť pestovateľských opatrení (Korpeľ, Saniga 1993).

3.2.3 Prestavba

Prestavba porastov obsahuje prvky premeny a prevodu hospodárskeho spôsobu (Vacek et al. 2007). Potreba prestavby lesa, predovšetkým premien smrekových monokultúr nie je myšlienka nová. V širokých diskusiách sa objavuje už od druhej polovice 19. storočia, kedy bol odporúčaný odklon od pestovania borovicových a neskôr najmä smrekových monokultúr (Vacek, Podrázsky 2006). Transformácia (prestavba) lesa teda predstavuje zásadnú zmenu zo štruktúry lesa, kde sa homogénna štruktúra diferencuje na zložitejšiu štruktúru prepojenou rôznymi prírodnými väzbami (O'Hara 2001). Cieľom prestavby však nie je návrat k prirodzenej drevinovej skladbe daného stanovišťa, ale tvorbou zmiešaných, vekovo a priestorovo štruktúrovaných porastov s takým zastúpením drevín, aby nebola nenávratne ohrozená produktivita stanovišťa (Souček, Tesář 2008).

Pri prestavbe lesa musíme brať do úvahy, že výberný spôsob povedie k potlačeniu drevín s vyššími nárokmi na svetlo ako je dub, smrekovec, breza a borovica. V takom prípade je potrebné upraviť prístup k prestavbe s cieľom vytvárania väčších medzier a následným umelým zalesnením (Bílek et al. 2013). Hlavným kritériom pri voľbe drevín už nie je maximálna objemová produkcia, ale snaha o čo najlepšie, najdokonalejšie a najhodnotnejšie využitie produkčného lesa. Dôraz je kladený predovšetkým na stabilitu porastu, kvalitu dreva a mimo produkčné služby lesov (Souček, Tesář 2008). Dosiagnúť výbernú štruktúru je možné iba prestavbou vysokého lesa vekových tried. Problematika prestavieb sa vyznačuje mnohými charakteristickými úskaliaми. Jedným z najväčších problémov je potrebný čas na to, kým les začne fungovať na princípe samoregulácie (Saniga, Vencurik 2007). Celý pestovateľský systém aj otázka ochrany lesa je pri prestavbách komplikovanejšia. Novo zavádzané dreviny sú vystavované tlaku zveri, pritom výsledok podsadiet taktiež rozhoduje o úspechu prestavieb, ktorých ťažisko je v obnovných opatreniach. Zavádzanie drevín podľa vopred vytýčených cieľov kladie nároky na časovú a priestorovú úpravu obnovných rubov. Tie musia vyhovovať ekologickým požiadavkám drevín cieľovej skladby s zreteľom na stupeň ohrozenia a aktuálny stav. Zvýšenie podielu drevín prirodzenej druhovej skladby vedie k posilneniu ekologickej i mechanickej stability lesných porastov a zabezpečeniu trvalosti produkcie (Polanský 1966).

3.3 Štruktúra lesa

Štruktúra lesných ekosystémov sa často opisuje ako súbor všeobecných charakteristík, zahŕňajúcich priestorovú, druhovú a funkčnú zložku (Noss 1990). Významne tiež ovplyvňuje konkurenčné vzťahy medzi jedincami v poraste, pri ktorej ovplyvňuje ich variabilitu, prirodzenú obnovu, rast či mortalitu (Pretzsch 1997). V lesníctve sa všeobecne používa na posúdenie stavu prirodzenosti porastu a na autoreguláciu porastu z hľadiska prirodzenej obnovy tzv. analýza štruktúry (Korpel 1995). Analýza štruktúry sa dá ďalej využiť na tvorbu prírode blízkeho manažmentu lesných ekosystémov (Pommerening 2002). Štruktúru je možné rozlišovať do troch základných skladieb: druhová, veková, priestorová (Kantor et al. 2013).

3.3.1 Vývojové fázy lesa

Sledovanie dynamiky prirodzených lesov temperátnej zóny má nesmierny význam pre pochopenie procesu prirodzenej obnovy v hospodárskom lese. V pralesi môžeme najlepšie sledovať špecifické mikroklimatické podmienky na nálet drevín, uchytenie a odrastanie jednotlivých drevín. Tieto poznatky potom možno jednoducho aplikovať v hospodárskom lese použitím príslušnej obnovy (Schütz 2002). Preto tiež možno hovoriť o pralesoch, ako o laboratóriu pestovania lesov, ich posledné zvyšky dnes v Európe nájdeme hlavne v karpatskej a dinárskej oblasti. V rámci ontogenetického vývoja rozlišujeme v strednej Európe dva cykly prírodných lesov: veľký a malý vývojový cyklus lesa, ktoré sú v určitých štádiách vzájomne prepojené (Poleno et al. 2007). Toto poňatie časovej a priestorovej dynamiky lesných ekosystémov potom tvorí základný rámec vývoja pre prírodné lesy mierneho pásma (Korpeľ 1993).

Prírodným lesom rozumieme porast, ktorý bol človekom nepodstatne ovplyvnený a zachoval si svoju druhovú, priestorovú aj vekovú stavbu (Míchal 1992). Procesy v prírodných lesoch sú určované priebehom sukcesie. Tento priebeh v lesných ekosystémoch je možné zovšeobecniť do 2 vývojových cyklov lesa, veľkého generačného cyklu lesa a malého generačného cyklu lesa (Vacek et al. 2007). Samec a Tuček (2012) dodávajú, že pre stredoeurópske lesy je typický malý vývojový cyklus. Veľký generačný cyklus sa uskutočňuje v rádoch desaťročí na hektárových plochách a je charakterizovaný sekundárnou sukcesiou.

3.3.2 Veľký vývojový cyklus

Poznáme 4 fázy veľkého generačného cyklu: fázy rozpadu, fázy lesa prípravného, fázy lesa prechodného a fázy lesa záverečného (Vacek et al. 2007). Začiatok veľkého generačného cyklu začína po významnej disturbancii porastu drevín šírením svetlomilných pionierskych drevín a sekundárnou sukcesiou. Tieto dreviny postupne formujú les prípravný, ktorý svojou ochranou umožní uchytenie dlhovekých drevín, ktoré znášajú tieň. Je možné, že vďaka extrémnym podmienkam stanoviska zostane les prípravným a do predpokladaného klimaxového sa nedostane (Míchal 1992). S výnimkou extrémnych stanovišť začína proces autoredukcie, kde dreviny rastúce v podraсте začnú vytlačovať pionierske druhy a nastáva fáza lesa prechodného. U drevín rastúcich v podraسته

je typické husté jadro letokruhov, pretože sa vyvíjali dlhú dobu v spodnej etáži. Po úplnom vytlačení svetlomilných drevín nastáva fáza lesa záverečného, klimaxu. V rámci tohto klimaxového štádia však môže dochádzať ku striedaniu fáz malého vývojového cyklu (Míchal, Petříček 1999).

3.3.3 Malý vývojový cyklus

Malý generačný cyklus prebieha na menších plochách (desiatky árov) ale po dlhšie časové obdobie – stáročia v rámci klimaxu (Míchal, Petříček 1999). Malý vývojový cyklus prebieha teda v rámci veľkého a má 3 sukcesné štádiá: dorastanie, optima, rozpad (Korpel 1993).

Pre dorastanie je typický výrazný výškový prírast juvenilných jedincov. V dožívajúcom lese predchádzajúcej generácie dochádza k intenzívnej kompetencii odrastajúceho náletu, porast je maximálne priestorovo, výškovo aj vekovo rôznorodý. Jedincov drevín s počiatku pribúda, postupne však dochádza k autoregulácii a počet jedincov ubúda, ale biomasa neustále rastie. Vo chvíli zomknutia korunového zápoja a vyrovnanie výšky korún prechádza porast do štádia optima (Míchal, Petříček 1999).

V fáze optima dochádza k vytvoreniu výškovo vyrovnaného porastu, s väčšou hrúbkovou diferencovanosťou a najmä s veľkými vekovými rozdielmi. Charakterizovaná je pomerne malým počtom stromov veľkých dimenzií na plošnej jednotke lesa, výrazne prevládajú stromy najvyšších hrúbkových tried. Stráca sa vrstevnatá výstavba a často sa vytvára horizontálny zápoj a štruktúra je podobná rovnovekému hospodárskemu lesu. Na konci tohto štádia sa porast dostáva do fázy starnutia, kedy začínajú odumierať jednotlivé stromy a nastupuje prvá obnova (Poleno et al. 2009).

Štádium rozpadu: nastáva vo chvíli fyzického dožitia jedincov stromovej etáže. Dochádza k znižovaniu biomasy stromového poschodia, hromadeniu mŕtvej drevnej hmoty a na intenzívne omladzovanie drevín. V prípade veľkoplošného rozpadu, spôsobeného často disturbanciou (požiarom, polomom), môže dôjsť k odbočke k veľkému vývojovému cyklu (Míchal, Petříček 1999).

3.4. Spôsob výberu

3.4.1 Stromová forma

Objektom hospodárenia nie je plocha ale strom (Poleno et al. 2007). Zrelostným výberom sa ťažia stromy hospodársky a štadiálne staré (Šach 1996). Celoplošná výberná ťažba jednotlivých stromov sa vykonáva v krátkych časových intervaloch. Postupným dorastaním a zapojovaním strednej a dolnej stromovej vrstvy do medzier po odťažených jedincoch vzniká na malej ploche bohatá veková a priestorová diferenciácia. Z týchto hlúčikov štadiálne dozrieva obyčajne len jediný strom (Šach 1996). Stromovou formou sa spravidla odoberá vysoký podiel silných stromov. Slabšie stromy medzi hrúbkami 25 až 45 cm majú najväčší podiel prírastu (Réh 1978). Cieľová hrúbka predstavuje pomocný parameter a pri voľbe ťažobného zásahu tvorí zásadnú rolu pri produkčno-ekonomickom plánovaní (Reininger 1997).

Princíp ťažby cieľových hrúbok je pravdepodobne najdiskutovanejším postupom, ktorý využíva výberné princípy (Reininger 1997). Ďalším dôvodom je, že systém výberného lesa je usmerňovaný prostredníctvom dávkovania svetla a vplyvu svetla do dolných vrstiev porastu a odňatie silných stromov má najväčší vplyv na svetelné pomery v poraste a tým aj na zmladenie. Výber sa neobmedzuje len na najkvalitnejšie alebo najsilnejšie stromy. Každé vyznačenie predchádza úvaha medzi produkčnými možnosťami stromu a prospechom z jeho odňatia. Často to nie je najsilnejší strom, ktorý musí byť odstránený, ale medzi úrovňový štadiálne starý strom, ktorý silne konkuruje ako aj sociálne vyšším, tak aj sociálne nižším stromom, brzdí ich vo vývoji a jeho prírastkový potenciál je veľmi nízky. Pri uplatňovaní jednotlivo výberného hospodárenia, kde je predmetom pestovania jednotlivý strom, sa ťaží zrelostným výberom stromy hospodársky a štadiálne staré. Vo vznikajúcich a viac už nerozširovaných medzerách dochádza k prirodzenej, prípadne umelej obnove (Šach 1996).

Jednotlivý výber stromov má celý rad výhod ekologického aj ekonomického charakteru (Poleno 1999).

- Trvalá produkcia drevnej hmoty
- Možnosť úpravy drevinového zloženia

- Stimulovanie cieľových jedincov
- Znižovanie nebezpečenstva erózie pôdy
- Znižovanie nákladov potrebných na obnovu
- stimulovanie prirodzenej obnovy
- vytváranie viacetážových porastov
- Ochrana pôdneho krytu a zabránenie urýchlenej mineralizácii humusu ako je na holine

S týchto plynúcich predností je plne odôvodnená požiadavka, uplatňovať individuálny výberný princíp vo väčšej miere (Poleno et al. 2009).

3.4.2 Skupinová forma

Skupinová forma výberného hospodárskeho spôsobu je považovaná za prechodnú formu medzi maloplošnou podrastnou formou a výbernou stromovou formou (Korpeľ, Saniga 1993). Skupiny vznikajú nepravidelne neustále a sú nositeľom výraznej rozčlenenosti. Skupinový rub sa v komplexnom chápaní aplikuje v častiach s menšími obnovnými prvkami ako 4 áre. V rámci skupiny sa spravidla uplatňuje len clonná obnova bez nadväzného zväčšovania okrajov (Korpeľ, Saniga 1993). Skupinový výberný les bol pre svoje vlastnosti označovaný lesom budúcnosti (Doležal 1956).

Prírode blízke spôsoby pestovania lesov sú v rôznej miere kompatibilný s adaptačnými princípmi na zmenu prírodných podmienok. U mnohých z nich však je ich naplnenie závislé od spôsobu praktickej realizácie. Najflexibilnejším spôsobom sa vzhľadom na adaptačné princípy zdá byť spôsob skupinovou formou s veľkosťou skupín 0,05 – 0,5 ha (Remeš 2018). Potenciál ďalšieho vývoja tu existuje, najmä s využitím umelej obnovy a špecifickej výchovy porastov (O'Hara 2016).

3.4.3 Štruktúrna prebierka

Túto fytotechniku vypracoval v lesoch kláštora Schlägl dr. Reininger. Princíp je založený na dôslednom individuálnom výbere, ktorý sa realizuje od výchovných do

obnovných ťažieb. Vo výchove porastov zavádza pojem štruktúrna prebierka s dvoma kategóriami budúcich rubných stromov C-1 a C-2. Stromy kategórie C-2 sú označené ako cieľové stromy, ktorých sa produkčný potenciál prejaví neskôr. Dreviny C-1 sú cieľové stromy vysokej kvality, s rýchlym hrúbkovým prírastom a zväčšia majú výrazne väčšiu dimenziu (Korpeľ, Saniga 1993). Z hľadiska vertikálnej štruktúry sú to stromy úrovňové a nadúrovňové. Stromy kategórie C-2 sú tiež kvalitatívne bez väd, ktoré mierne zaostávajú za úrovňou, majú menšiu hrúbku a pomalší prírast, čo im napomáha dlhšie si udržať rastovú vitalitu a dosiahnuť cieľovú hrúbku v neskoršom veku. Štruktúrna prebierka vytvára priaznivé podmienky pre dlhšiu obnovnú dobu s cieľom vystupňovania hodnotového prírastku a vytvorenia viac etážového porastu. Popri uvoľňovaní cieľových stromov v kategórií C-1, C-2 sa prednostne uplatňuje zdravotný výber, výber stromov s výskytom väd a jedincov, ktoré negatívne ovplyvňujú cieľových jedincov. Pri neskoršom formovaní korún cieľových stromov sa pozvoľné odstraňujú susedné stromy, ktoré zaostávajú v raste. Pri podpore cieľových stromov autor dôrazne odmieta umelé vytváranie skupín a stupňovitý zápoj. Podpora sa sústreďuje na výchovu najkvalitnejších jedincov (Korpeľ, Saniga 1995).

3.4.4 Zásady výberného princípu

Výberným princípom sú tie zásady starostlivosti o les a ťažby, ktoré je možné odvodiť z výberného lesa a ktoré platia pre všetky formy rôznovekého, zmiešaného a vysokého lesa. Technologická racionalizácia bola dominantnou črtou lesného hospodárstva v 20. storočí. Ďalšou možnosťou je hospodáriť biologickou optimalizáciou, čo predstavuje využívať schopnosti prirodzeného lesa v danom regióne, taktiež je nevyhnutné pochopiť ekológiu prirodzeného lesa pri získavaní drevných a nedrevných produktov (Emborg et al. 2000)

Výberné princípy predstavujú súbor opatrení, pri ktorom má hospodársky les trvalo predstavovať biocenózu s najvyššou možnou stabilitou a výnosovou schopnosťou. Tieto výberné princípy majú neobmedzenú a všeobecnú platnosť, avšak ich praktické používanie sa musí zakladať o všetky biologické, topografické a ekonomické piliere (Halaj et al. 1987). Výberný les sa vyznačuje priestorovým usporiadaním, pre ktoré je charakteristické nepravidelné usporiadanie stromov. Základnou determinátnou

jednotkou je hlúčik tvorený stromami rôzneho veku a výšky, ktoré sú spojené vzajomnými väzbami. Na ploche hlúčika sa v terminológii rúbaňového lesa nachádzajú všetky rastové fázy lesa usporiadané vo vyváženom počte vedľa seba a nad sebou (Korpeľ, Saniga 1995).

Zásady výberného princípu:

1. Každý strom je nositeľom určitých výnosových možností a tým je najmenšou ťažobnou jednotkou (Poleno 1999).
2. Ťažba je prostriedok starostlivosti o les a jeho obnovu.
3. Cieľom starostlivosti o les je nepretržité zlepšovanie produkčných faktorov, predovšetkým sa zakladajúcich na zmiešaných a viac stupňovitých porastov.
4. Pôvodná predstava periodickej generačnej zmeny je nadradená pohľadom na les, ako trvalé, stále sa meniace a obnovujúce lesné spoločenstvo .
5. Prirodzená obnova v čo najdlhšej nožnej obnovnej dobe.
6. Pestovanie lesa nie je výrazom určitého druhu ťažby, ale úsilie o trvale zvyšovanie a zlepšovanie organickej produkcie (Reininger 2000).

3.5 Koncepcie prírode blízkyh postupov hospodárenia

V roku 1989 lesnícka obec z desiatich európskyh krajín vytvorila združenie pod názvom PRO SILVA. Iniciátorom a organizátorom združenia bol prof. Dušan Mlinšek. Cieľom je vytvoriť stabilné lesy, ktoré chránia pôdu pred eróziou a pôvodniami s produktívnejšou a vyššou pridanou kvalitatívnou hodnotou pri nižšom realizovateľných nákladov. PRO SILVA sa hlási k celostnému poňatiu a riadeniu lesných ekosystémov a zahŕňa hospodárske a mimoprodukčné ciele. V zmysle trvalosti zahŕňajúcej všetky funkcie, má PRO SILVA za to, že lesy Európy môžu plniť štyri hlavné funkcie: prírodnú, ochrannú, produkčnú a kultúrnu. Na základe myšlienky trvalej udržateľnosti PRO SILVA predkladá svoje stanoviská k rôznym témam lesného hospodárstva. Aby sa minimalizovali ekologické a ekonomické riziká, PRO SILVA odporúča využívať poznatky ohľadom prírodných procesov. V Českej republike sa zaoberá prírode blízkyh pestovaním lesov spoločnosť PRO SILVA Bohemica (Vacek et al. 2015). Okrem PRO

SILVA, ktoré je asi najznámejšia, vznikli ďalšie združenia na podporu pestovania lesa na ekologickej báze. Pracovná skupina pre prírodu blízke lesníctvo (Arbeitsgemeinschaft für naturgemässe Waldwirtschaft - ANW) bola založená v Nemecku v roku 1950, ktorá vydáva časopis s názvom Der Dauerwald. Anglicko má svoju Continuous Cover Forestry Group a v Severnej Amerike bola založená organizácia New Forestry (Franklin 1989).

PRO SILVA Bohemica Česká republika založila svoju pobočku združenia PRO SILVA v roku 1995. Jej zakladajúcim predsedom bol prof. Tesár. PRO SILVA Bohemica vychádza zo stanov PRO SILVA, ktoré sú podrobnejším naplnením všeobecne platných pravidiel, zásad aj cieľov PRO SILVA Europa. Poslaním je šírenie znalostí a výmena skúseností s trvalo udržateľným obhospodarovaním lesa ako prírodného zdroja a formovaní stanovísk. Demonštračné objekty slúžia ako nástroj pre hmotnú ukážku myšlienok.

PRO SILVA odporúča ako základne prostriedky prírode blízkeho pestovania lesa:

- Prednosť starostlivosti o les pred obnovou lesa.
- Využitie prvotných procesov dynamiky lesa.
- Plynulú obnovu lesa ako integrálnu súčasť starostlivosti o les.
- Zamerať sa na hodnotovú produkciu výberom a pestovaním vo všetkých vývojových fázach.
- Udržiavanie zásoby porastu na optimálnej výške.
- Snahu o rovnováhu medzi prírastkom a ťažbou na čo najmenších plochách.
- Zníženie produkčného a výnosového rizika osamostatnením jednotlivých stromov a stromových skupín.
- Prednostné používanie šetrných ťažobných metód, aby sa zamedzilo poškodeniu pôdy a porastu.
- Trvalý zápoj drevín na ochranu pôdneho krytu.
- Pri starostlivosti o porast pri rúbe brať ohľad na funkciu každého stromu.
- Upustenie od holorubného hospodárskeho spôsobu.
- Samovoľnú obnovu a vývoj lesa jednotlivou alebo skupinovou ťažbou v dlhých obnovných dobách, ktorá umožní výchovu prirodzeného zmladenia.
- Udržiavanie počtu zveri bez narušovaní ekosystému (Vacek et al. 2015).

3.6 Dreviny výberného lesa

Stromy vo výbernom lese prežívajú spravidla veľmi dlhú dobu v zatičení, pričom po prísune svetla dosiahnu mimoriadnych hrúbok svetelný prírastom, čo lesu umožňuje vysokú stabilitu. Svetlomilné dreviny sa vo výbernom lese obnovujú obťažnejšie alebo len v obmedzenom rozsahu. Podmienkami rozhodujúcimi o vhodnosti zavádzania výberného spôsobu hospodárenia sú najmä prírodné podmienky (Vacek et al. 2015). Smrek, jedľa a buk je optimálna hercynská zmes pre kyslé i živné stanovišťa 5. až 7. lesného vegetačného stupňa. V nižších polohách spravidla odrastajú všetky dreviny v jednej úrovni, v buko-smrekovom stupni ustupuje buk do podúrovne. Pri prirodzenej obnove je spravidla nutné najskôr zmladiť jedľu, potom buk a nakoniec smrek. Rovnako pri výchove sa venuje prvoradá pozornosť jedli a buku (Kantor et al. 2013).

Smrek

Schopnosť znášať zatičenie sa mení s vekom, všeobecne stromy v mladosti majú vyššiu mieru tolerancie k zatičeniu a nároky na svetelný príjem sa zvyšujú s vekom (Koblížek 2006). Tolerancia smreku proti zatičeniu umožňuje náletu a nárastu prežiť dlhodobé zatičenie pod ochranou materského porastu (Reininger 1997). Oproti listnatým drevinám má dlhodobé zatičený smrek dobrú schopnosť obnoviť alebo posilniť korunu a zapojiť sa aj do hornej etáže (Ammon 2009). Hodnotovo veľmi výnosová je kombinácia smreka spoločne s jedľou v nižších a vyšších horských oblastiach, kde je možné dosiahnuť vertikálny zápoj. Prítomnosť buku vytvára so smrekom a jedľou kombináciu vhodnú pre veľmi jemné, až jednotlivo výberné hospodárstvo (Vyskot 1978). Smrek môžeme právom označiť ako drevinu výberného lesa (Schütz 2011).

Buk

Buk vo výbernom lese by mal dosahovať minimálne zastúpenie 20 % zo zdravotných a produkčných dôvodov (Zakopal 1960). Buk jednotlivo rozptýlený v smrekových porastoch, prípadne ako vtrúsená drevina môže mať pre vývoj lesa v určitej etape d'alekosiahly význam. Teoreticky 20 % zastúpenie buka dokáže zaistiť 30 % podiel v následnej prirodzenej obnove. Existencia nárastov buka vzniknutých spontánne z niekoľkých mála izolovaných jedincov je schopná hlboko preniknúť do homogénneho neprirodzeného smrekového porastu. Táto schopnosť môže byť uplatnená ako prostriedok tzv. biologickej racionalizácie pri transformácii smrekových monokultúr na

budúci les prirodzenejšej skladby. Môže byť dosiahnutá aj väčšia ekologická stabilita, keď autochtónna populácia buka bude viac schopná čeliť existenčným rizikám. Mladé semenáčky buka sú schopné znášať značný stupeň zatienenia, ale sú schopné rásť aj na priestore plne ožiarenom slnkom pri zhoršenej kvalite. V juvenilnom veku sú semenáčky náchylné na mrazy. Zmladenie buka sa preto lepšie odohráva z zatienení ako na holinách. Prírastok buka ma spočiatku len pozvoľný hrúbkový prírastok a výškový prírastok vrcholí až medzi 35. a 50. rokom (Úradníček et al. 2001). Pri výchove mladých porastov sa využíva prirodzená schopnosť autoredukcie. Na uvoľnenie reaguje svetelným prírastom veľmi dobre, a to aj vo vyššom veku, tvárna koruna dokáže vyplniť veľmi rozdielne rastové priestory. Problém nepravého jadra vzniká s vekom, preto je žiaduci zrýchlený hrúbkový vývoj. Nepodlieha príliš abiotickým škodám a ohrozeniu hmyzom a hubami je pomerne malé. Kritický štíhlostný kvocient 1,8-2,2 naznačuje, že by z hľadiska stability porastu výchova nemusela byť intenzívna (Kantor P. et al. 2013).

Jedľa

Typická tienistá drevina, citlivá na akékoľvek náhle zmeny v poraste. Rastová stratégia čakateľa umožňuje prežiť mnoho rokov v nepriaznivých svetelných podmienkach, pri uvoľnení reaguje svetelným prírastom. Jedľa má schopnosť rastu aj pri malej intenzite svetelného žiarenia a relatívne rýchlo reaguje na uvoľnenie (Bončina et al. 2014). Prospieva v porastoch s členitejšou a zložitejšou štruktúrou v 4. až 6. lesnom vegetačnom stupni je na väčšine stanovišť optimálne pestovať hercýnsku zmes (smrek, jedľa, buk). Prirodzená obnova smreko-bukových porastov je pri vhodne volených obnovných postupoch často úspešná. Častokrát je nutné tieto porasty umelo doplniť výsadbou jedle, ktorá sa ale musí spravidla od mladosti pri výchove intenzívne podporovať (Kantor et al. 2013).

Borovica

Borovica je slnečná drevina s rýchlym výškovým vývojom v mladosti. Rastie v rôznych prírodných podmienkach, je drevinou veľmi prispôsobivou aj k menej vhodným stanovištiam. Najlepšiu produkciu dosahuje na ľahkých hlinitopiesočnatých pôdach. Kulmináciu bežného ročného výškového prírastu dosahuje pri dobrých rastových podmienkach už medzi 10. až 15. rokom (Kantor et al. 2013). Rastová a prírastková krivka borovice pod clonou výberného lesa je značne tlmená, výškový aj hrúbkový prírast

je znížený, avšak odclonením dokáže na porovnateľných stanovištiach nielen dosiahnuť rovnaké parametre ako rovnako stará borovica na rúbani, ale dokonca aj prekročiť. Kulminácia prírastku je medzi oboma spôsobmi (holorubný, výberný) o desaťročia posunutá, a tak výberkovo pestovaná borovica dosiahne parametre, ktoré pri holorubnom hospodárstve neprichádzajú do úvahy (Reininger, 1997). Borový výberný les predstavuje vyslovene formu kultúrneho lesa, ktorá môže byť zachovaná v rovnovážnom stave len cieľavedomým usmerňovaním porastu. Pri nevykonávaní potrebných fytotechník sa stupňovitá štruktúra stráca a porasty sa uzatvárajú do jednovrstvej záverečnej štruktúry (Reininger, 1997).

Douglaska tisolistá

Douglaska sa ukazuje ako plnohodnotná náhrada smreka z viacerých dôvodov. Produkčný potenciál douglasky v nižších i stredných polohách je výrazne vyšší ako ostatných domácich drevín, vrátane smreka. Pôsobenie na stav pôd je menej výrazný, acidifikačný vplyv je výrazne nižší a v porastoch ihličnanov má douglaska charakter melioračné dreviny (Petráš, Mecko 2008). Vhodné podmienky pre rast douglasky je však možné dosiahnuť len na úkor nižšej celkovej hustoty porastu. Výsledky potvrdili, že douglaska tisolistá v Artist's Wood môže skutočne rásť v zložitých lesných štruktúrach (Schütz, Pommerening 2013).

4. METODIKA

4.1 Charakteristika záujmového územia

4.1.1 Správa záujmového územia

Lesný úsek Klokočná spravujú Lesy Českej republiky, štátny podnik, Lesný závod Konopiště polesí Říčany. Demonštračný objekt Klokočná v súčasnej dobe je zaradený ako les zvláštneho určenia podľa § 8 lesného zákona (na účely výskumu a výučby), je na ňom uplatňovaná prestavba spôsobu hospodárenia. Momentálne je na lesnom úseku v Klokočnej vypracovávaný súbežný LHP metódou odvodenou pre štruktúralne pestrú skladbu porastov, pomocou ktorého je nielen zisťovaný stav lesa a pohyb porastových zásob, ale aj odvodzované princípy a intenzita hospodárenia. Na rozdiel od väčšiny výskumných plôch je v tomto prípade zavádzaný výberný, prírode bližší spôsob obhospodarovania, ako kompletný prevádzkový systém na ucelenej ploche lesníckeho úseku, teda nielen na niektorých vybraných lokalitách s optimálnymi podmienkami. Dôsledkom je doteraz rôzny stupeň a miera prechodnej fázy hospodárenia z rúbaňového na výberný spôsob. Naopak výhodou je, že uplatnenie tohto spôsobu hospodárenia na ucelenej ploche dáva komplexný prehľad o prevádzkovom systéme ako celku a umožňuje reálne hodnotenie zmien v stave lesa aj v dosahovaných hospodárskych a ekonomických ukazovateľoch. Takéto výsledky sú potom pre potenciálnych záujemcov použiteľným kritériom na úvahy o vhodnosti širšieho prevádzkového uplatnenia výberných spôsobov hospodárenia v lesoch hospodárskeho i ochranárskeho charakteru (Remeš, Kozel 2006).

4.1.2 Klimatické podmienky

Záujmové územie leží vo výške 420 - 510 m n. m. s ročným úhrnom zrážok okolo 600 mm. Priemerná ročná teplota je 7,5 °C a vegetačné obdobie trvá 150 dní, v ktorom spadne 65 % ročného úhrnu zrážok. Langov dažďový faktor je 75 čo zodpovedá semihumídnej vlhovej charakteristike. Prevládajú severozápadné a západné vetry (Remeš, Kozel 2006).

4.1.3 Geologické a pôdne podmienky

Geologické podmienky vyplývajú z regionálne geologického rozdelenia Českého masívu, ktoré priradzuje záujmovú oblasť do Krystalinika južnej časti Českého masívu - Stredočeský masív intruzívny tzv. stredočeský plutón. Ten je tvorený postupnými intrúziami hlbinných hornín, biotickým granodioritom, miestami s muskovitom a turmalínom (Remeš, Kozel 2006).

V miestnych podmienkach sa na kyslom žulovom podklade vytvorili mezotrofné až oligotrofné hnedé lesné pôdy a ich oglejené formy. Pôdnym druhom sú to pôdy hlinité až ílovité, slabo až stredne úrodné s kyslou reakciou, chudobné na vápnik (Ca), horčík (Mg) a naopak bohaté na draslík (K) a sodík (Na). Sú vhodné na pestovanie porastových zmesí hlboko koreniacich drevín, nie pre monokultúry (Remeš, Kozel 2006).

4.1.4 Typologická klasifikácia

Lesnícky úsek Klokočná sa nachádza v 3. a 4. (dubobukovom až bukovom) lesnom vegetačnom stupni v prírodnej lesnej oblasti (PLO) 10 - Stredočeská pahorkatina. Najvyššie zastúpenie tu majú kyslé a oglejené edafické kategórie (viac ako 80 %). Zo súboru lesných typov prevládajú kyslá dubová jedlina (4P) a chudobná dubová jedlina (4Q), charakteristické striedavo vlhkou piesočnatou až ílovitohlinitou pôdou (Remeš, Kozel 2006).

4.1.5 Drevinné zloženie

V súčasnej dobe je prevládajúcou drevinou smrek obyčajný (*Picea abies*) – 51 %, nasleduje borovica lesná (*Pinus sylvestris*) – 28,7 %, smrekovec opadavý (*Larix decidua*) – 9,6 %, breza previsnutá (*Betula pendula*) – 4,7%. Jedľa biela (*Abies alba*) je zastúpená iba 0,8 % a dub zimný (*Quercus petraea*) – 1,7 %, ostatné listnaté a ihličnaté dreviny (*Fagus sylvatica*, *Alnus glutinosa*, *Acer pseudoplatanus*, *Pinus strobus*) - 3,5 % (Remeš, Kozel 2006).

4.1.6 Lesné hospodárenie v lokalite

Od roku 1993 sa postupne prechádza z holorubného spôsobu hospodárenia na spôsob podrastový s aplikáciou princípov výberného lesa. Jeden z faktorov, ktorý ovplyvnil proces premeny, sú klimatické podmienky stanovišťa. Na oglejených pôdach vytvára hojne zastúpený smrek veľmi plytký koreňový systém, ktorý je náchylnejší na škody spôsobené vetrom. Rovnako neskorý mokrý sneh má v tejto oblasti negatívny vplyv predovšetkým na porasty borovice. Lámanie borovic stredného vekového stupňa má za následok obmedzenia počtu jedincov dorastajúcich do rubnej zrelosti. Prechod z holorubného spôsobu hospodárenia bol odôvodnený aj množstvom náchylnosti k zaburineniu a zamokrením stanovišťa. To sťažuje umelú obnovu. Takto poškodené porasty s nižším zakmenením a neúspešnými pokusmi o umelú obnovu sa prirodzene transformovali do porastov s rozvinutou spodnou etážou najmä kvôli hojnej prirodzenej obnove smreka. Vznikli tak dvoj etážové porasty s výškovou a hrúbkovou diferenciáciou. V súčasnosti sa využíva v maximálnej miere prirodzená obnova. Umelá obnova slúži iba na doplnenie drevinového zloženia (Remeš, Kozel 2006). Cieľom hospodárenia v demonštračnom objekte je plné využitie všetkých funkcií lesa vrátane využitia potenciálu funkcie produkčnej za bežných prevádzkových podmienok pri systematickom uplatňovaní výberného hospodárskeho spôsobu. Ďalej potom analyzovať štruktúry porastov a vyhodnocovať dáta o ich kvalite, stabilite a zdravotnom stave rovnako ako analyzovať proces prestavby (Ferkel, Záhradníček 2019).

4.2 Postup merania

Obe plochy o celkovej výmere 1 ha boli pred zahájením meraní obnovené. Očíslované číslami na kmeň boli všetky dreviny presahujúce registračnú hranicu hrúbky 8 cm. Meranie hrúbok prebiehalo v období február 2022. Pre zistenie hrúbkovej štruktúry porastu a ďalších porastových veličín boli zmerané hrúbky všetkých stromov presahujúce hranicu 8 cm s presnosťou na milimeter pomocou priemerky. Hrúbky boli merané vo výške 1,3 metra nad zemou v dvoch na sebe kolmých smeroch u všetkých jedincov. Ďalej boli namerané výšky stromov a výšky nasadenia korún s presnosťou na desatinu metra za pomoci výškomeru. Pre dreviny s nízkym zastúpením boli zmerané výšky všetkých

stromov. U drevín s vysokým zastúpením bolo zmerané dostatočné množstvo výšok v daných hrúbkových stupňoch.

4.3 Tvorba hrúbkovej štruktúry

Na tvorbu histogramu boli zvolené hrúbkové stupne v intervale 4 cm, pričom prvý hrúbkový stupeň 10 bol v rozpätí 8-12 cm, teda 4 cm. Označenie stupňov zodpovedá strednej hodnote intervalu. Hrúbka stromov sa odvodila zo vzťahu (1). Pre charakteristiku hrúbkovej štruktúry porastu počas inventarizácie bolo použité rozdelenie počtu stromov do hrúbkových stupňov. Rozdelenie počtu stromov (n_j) v hrúbkových stupňoch bolo charakterizované aritmetickú priemernou hrúbkou jedincov ($d_{1,3}$).

$$\bar{d} = \frac{\sum_{j=1}^k n_j d_j}{n} \quad (1)$$

Ako priestorovo nezávislý index kvantifikujúci hrúbkovú rôznorodosť bol použitý Shannon Evenness index. Shannonov index rovnomernosti nadobúda hodnoty medzi 0 a 1. Hodnotu 0 nadobúda len ak je zastúpený práve jeden hrúbkový stupeň. Hodnotu 1 nadobúda, ak je rovnomerné zastúpenie kruhových základní naprieč celou škálou (Shannon, Weaver 1949).

$$SEI = \frac{-\sum_{i=1}^S p_i * \ln p_i}{\ln(S)} \quad (2)$$

SEI- Shannon Evenness Index

S – počet hrúbkových stupňov

p_i – zastúpenie kruhovej základne v hrúbkovom stupni ($m^2 \cdot ha^{-1}$)

Simpsonov index môže nadobudnúť hodnoty medzi 0 a 1 a interpretuje sa ako pravdepodobnosť, že akékoľvek dva stromy náhodne patria do rôznych tried priemerov (Simpson 1949).

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2 \quad (3)$$

D - Simpson Index; p_i – zastúpenie kruhovej základne v hrúbkovom stupni ($m^2 \cdot ha^{-1}$)

4.4 Tvorba výškovej štruktúry

Najprv bolo prevedená kalibrácia prístroja a to na vzdialenosť 10 metrov, výškomer sa opakovane kalibruje dokým neukáže hodnotu vzdialenosti 10 metrov. Po správnej kalibrácii, boli vykonané terénne merania. Meranie prebiehalo tak, že na meraný strom sa do výšky 1,3 metra od zeme umiestnila aktívna odrazka a z dostatočného odstupu od stromu sa zmeria celková výška stromu a nasadenie koruny. Pre zostavenie výškového grafikonu je nutné zmerať dostatočne reprezentatívne množstvo jedincov a pri drevinách s nižším zastúpením je nutné zmerať všetkých jedincov. Na dopočítanie nezmeraných jedincov bolo použitá polynomová spojnice druhého stupňa v programe Microsoft Excel. Týmto spôsobom boli zistené aj hodnoty koeficientu determinácie R^2 tab. Na základe získanej regresnej krivky pre danú drevinu a stanovište sa s využitím meranej hrúbky ako vstupného argumentu dopočítali výšky nezmeraných stromov. Zo získaných údajov sa dopočítal aritmetický priemer pre každú drevinu na záujmovej ploche.

$$h = f(d_{1,3}) \quad (4)$$

Výškové krivky boli matematicky vyrovnané pomocou regresného polynómu druhého stupňa s všeobecným tvarom:

$$h = a + bx + cx^2 \quad (5)$$

Pre zistenie relatívnych dĺžok korún boli pre každú drevinu namerané výšky nasadenia korún. Dĺžka koruny bola vypočítaná ako rozdiel aritmetického priemeru celkovej výšky a aritmetického priemeru výšky nasadenia koruny. Následne dĺžka koruny bola predelená celkovou dĺžkou a výsledná hodnota je zobrazená v %. Vzťah pre redukovanú dĺžku koruny pre každý strom sa zistí podľa vzťahu (Švec 2015).

$$RDK_{\%} = \frac{hk}{h} 100 \quad (6)$$

4.5 Kruhovú základňa

Kruhovú základňa jednotlivých stromov (g) bola vypočítaná z hodnôt výpočtovej hrúbky ($d_{1,3}$) podľa vzťahu:

$$g = \frac{\pi}{4} d_{1,3}^2 \quad (7)$$

Kruhovú základňa pre celý porast (G) bola vypočítaná sumou hodnôt výpočtových kruhových základní jednotlivých stromov.

$$G = \sum g_i \quad (8)$$

4.6 Zostavenie Liocourtovej krivky

Podľa Liocoutového zákona v každom dokonalom výbernom lese, nachádzajúcim sa v rovnováhe, sa znižuje počet stromov od jedného hrúbkového stupňa k druhému podľa stáleho pomeru (Picard, Gasparotto 2016). Túto skutočnosť je možné zapísať matematicky.

$$N_n = A \cdot q^{-(n-1)} \quad (9)$$

N_n - počet stromov príslušného hrúbkového stupňa

A – maximálna počiatkový počet v prvom hrúbkovom stupni

q – kvocient geometrickej rady

n – počet hrúbkových tried

Liocourt zostavil zákon, podľa ktorého klesá vo vyrovnanom výbernom lese počet stromov so zväčšujúcou sa hrúbkou zostupne podľa geometrickej rady. Stav, pri ktorom skutočná krivka prekrýva hrúbkové zastúpenie podľa tohto zákona je označovaný ako stav rovnováhy. Dosiahnutie tohto stavu je cieľom zástancov kontrolnej metódy krivkovej (Simon, Vacek 2008). Tieto hodnoty je možné zistiť len výpočtom z empiricky určených kriviek hrúbkovej početnosti v jednotlivých porastoch. Takýchto vzorových kriviek existuje rada pre rôzne typy výberných lesov (Ammon 2007).

4.7 Výpočet zásoby

Na výpočet zásoby porastu bola použitá metóda objemových rovníc. Pretože neboli zmerané všetky výšky stromov, museli sa tieto výšky dopočítať. V Exceli sa najprv zostavila regresná rovnica, ktorá matematicky vyjadruje závislosť medzi výškou a nameranou hrúbkou. Ako spojnicu trendu pre výpočet rovnice bola vybraná polynomová funkcia druhého stupňa, neskôr pomocou Excelu bola vypočítaná rovnica a určený determinačný koeficient R^2 . Na základe tejto rovnice boli dopočítané výšky k každému stromu na ploche. Objem zásoby bol vypočítaný použitím dvoj argumentačných objemových rovníc, pretože predstavujú vhodnú a presnú možnosť určenia objemov stromov s ohľadom na charakter meraných údajov. Pre drevinu lipa bol objem spočítaný z rovnice pre buk, jarabina bola vypočítaná podľa rovnice pre brezu a objem duba červeného bol určený rovnicou pre dub. Jednotlivé použité rovnice uvádza tabuľka 1.

Tabuľka 1: Použité česko-slovenské objemové rovnice (Petráš, Pajčík 1991)

Drevina	Rovnica objemu kmeňa
Smrek	$V = 0,000031989 \cdot (d + 1)^{1,8465} \cdot h^{1,1474} - 0,00829054252 \cdot (d + 1)^{-1,02037409} \cdot h^{0,896100664}$
Borovica	$V = 0,000022575 \cdot (d + 1)^{(2,115334 - 0,012722 \cdot \log(d+1))} \cdot h^{0,979596} - 0,064263613848 \cdot (d + 1)^{-2,12448503} \cdot h^{1,37259082}$
Jedľa	$V = 0,000034922 \cdot (d + 1)^{1,8665} \cdot h^{1,122} - 0,0267458917 \cdot (d + 1)^{-1,30154794} \cdot h^{0,739959292}$
Breza	$V = (h - 4,5)^{1,08471} \cdot (-0,00115 + 31152,28 \cdot e^{(-23,18602 \cdot (d+5,5) - 0,1425706)}) \cdot (1 - 0,01 \cdot (17,25996107 \cdot e^{(0,00505467839 \cdot ((h-4,5)^{1,08471} \cdot (-0,00115 + 31152,28 \cdot e^{(-23,18602 \cdot (d+5,5) - 0,1425706)})) + 0,1)^{-2,057607473})))$
Dub	$V = (0,452724601 + 2,1553367/h + 9,10487721/h^2 - 12,0542387/d + 0,180590883 \cdot h/d - 0,00401143165 \cdot h^2/d) \cdot \pi \cdot d^2 \cdot h/40000 + (-6,82529655/d^2 + 9,43795573 \cdot h/d^2 - 0,0244460966 \cdot h^2/d^2 + 33,6921784/d^3 - 9,09993782 \cdot h/d^3 - 2,15772652 \cdot h^2/d^3) \cdot \pi \cdot d^2 \cdot h/40000$
Buk	$V = (0,542013151 - 3,11830069/d + 44,3274566/d^2 - 235,972716/d^3 - 0,00107177084 \cdot h - 0,0000186003884 \cdot d \cdot h + 0,000000880627782 \cdot d^2 \cdot h - 0,00000000599567437 \cdot d^3 \cdot h) \cdot \pi \cdot d^2 \cdot h/40000$

Skratky: d – hrúbka kmeňa, h – vyrovnaná výška. Následne boli spočítané zásoby jednotlivých plôch súčtom objemov stromov na plochách.

Pre účely tejto práce bol použité modelové rozloženie zásoby do 3 stupňov v pomere 20:30:50. Do kategórie tenké boli zaradené hrúbky do 28 cm, kategória stredná obsahovala hrúbky v intervale 30 – 44 cm a v kategórii hrubé sú priradené hrúbky nad 44 cm (Kozel 2006). Percentuálne rozloženie objemu medzi hrúbkové stupne vyjadrené vzťahom:

$$V_{\%} = \frac{V_{\text{Hrubkové stupne}}}{V_{\text{celkom}}} \cdot 100 \quad (10)$$

4.8 Prírasty

Celkový bežný prírast (CBP) ročný bol vypočítaný na základe porovnania zásoby porastu v rokoch 2010 a 2022, pri započítaní objemu celkovej ťažby a odrátaní novo evidovaných jedincov. Výpočet bol vykonaný podľa vzťahu (Simon, Vacek 2008).

$$CBP = \frac{Z_2 + T_t - Z_1 - D}{t} \quad (11)$$

Z_1 – zmeraná zásoba pri prvej inventarizácii

Z_2 – zmeraná zásoba pri poslednej inventarizácii

T_t - celková ťažba v priebehu medzi inventarizáciami

D – zásoba novo evidovaných jedincov od registračnej hranice 8 cm, ktoré neboli zahrnuté v prvej inventarizácii

t – obdobie medzi inventarizáciami

Prírastkové percento charakterizuje intenzitu, respektíve relatívnu rastovú veličinu a využíva sa pre vzájomne porovnanie medzi drevinami a rozdielnymi podmienkami v raste. Definovaný je ako pomer absolútnej hodnoty prírastu k hodnote dendrometrickej veličiny, na ktorej sa vytvoril. Vyjadriť je ho možné relatívne, ale častejšie sa udáva percentuálne (Šmelko 2015).

$$i_y \% = \frac{i_y}{y} \cdot 100 \quad (12)$$

4.9 Druhovú pestrosť

Index rovnomernosti zodpovedá blízkosti rôznych druhov v ekosystéme. V podstate ide o rozsah, v akom sú v ekosystéme rozmiestnené rôzne druhy (Shannon, Weaver 1964). Tento vzťah môžeme určiť podľa nasledujúcej rovnice.

$$\text{Shannonov index} = -\sum \left(\frac{n_i}{N} * \ln \left(\frac{n_i}{N} \right) \right) \quad (13)$$

Simpson index určuje biodiverzitu druhov v závislosti od relatívneho zastúpenia. Index meria pravdepodobnosť, že budú dvaja náhodne vybraní jedinci zo vzorky rovnaký (Simpson 1949).

$$\text{Simpson index} = \frac{\sum_i n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad (14)$$

5. VÝSLEDKY

5.1 Porastové charakteristiky

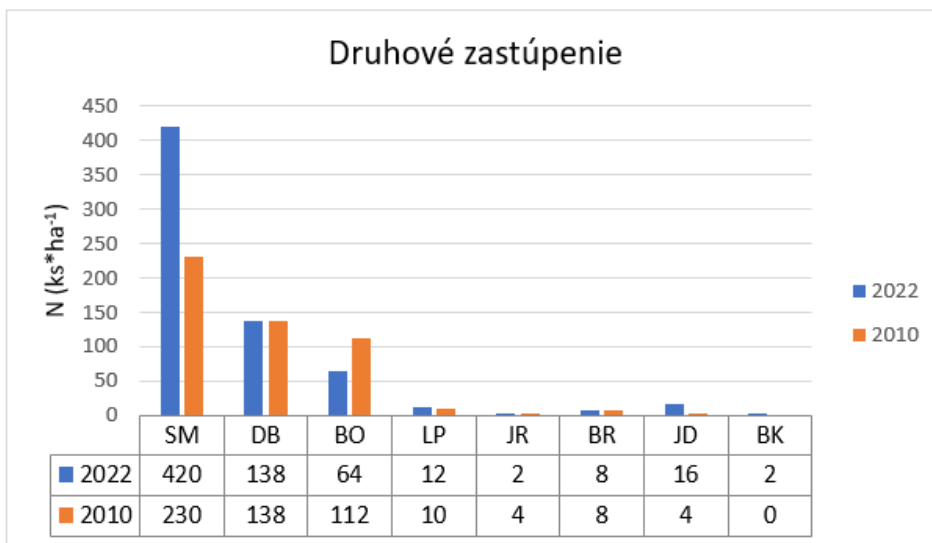
Tabuľka 2: Sumárne výsledky hlavných porastových veličín na ploche č. 1

Druhy	N(ks.* ha ⁻¹)	N %	Priemerná hrúbka (cm)	Priemerná výška (m)	G (m ³ * ha ⁻¹)	V (m ³ * ha ⁻¹)	V %
SM	420	63,4	16,7	15,2	11,2	82,4	32,4
DB	138	20,8	24,3	18,1	7,0	55,9	22
BO	64	9,6	44,9	26,4	0,2	109,8	43,2
LP	12	1,8	14,7	12,0	0,2	1,0	0,4
JR	2	0,3	28,5	15,7	0,1	0,5	0,2
BR	8	1,2	19,2	18,4	0,2	1,5	0,6
BK	2	0,3	11,9	8,8	0,0	0,1	0,0
JD	16	2,4	16,4	14,6	0,4	3,2	1,3
Celkom	662	100	22,1	16,1	19,3	255,4	100

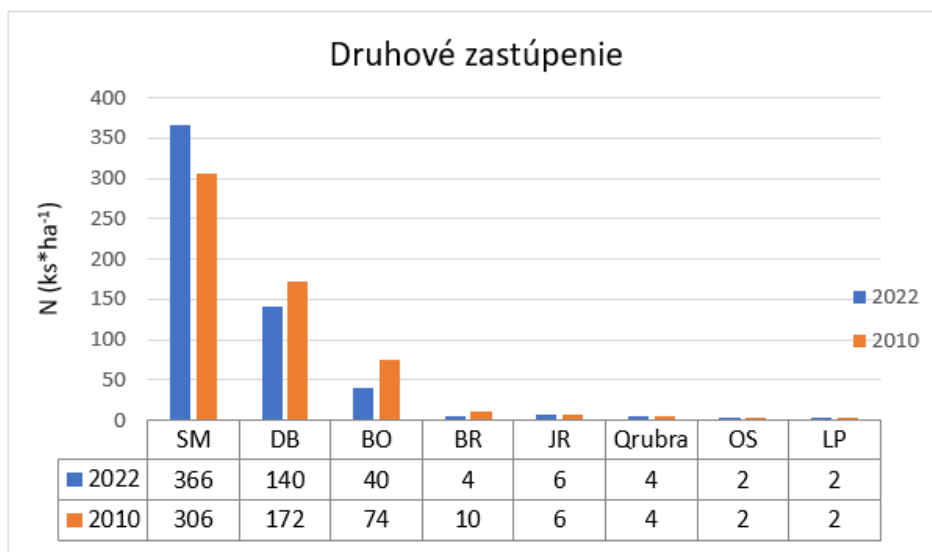
Tabuľka 3: Sumárne výsledky hlavných porastových veličín na ploche č. 2

Druhy	N(ks.*ha ⁻¹)	N %	Priemerná hrúbka (cm)	Priemerná výška (m)	G (m ³ * ha ⁻¹)	V (m ³ * ha ⁻¹)	V %
SM	366	64,9	19,5	18,2	13,4	121,3	49,3
DB	140	24,8	21,7	17,3	5,7	43,0	17,5
BO	40	7,1	46,7	26,5	6,9	74,5	30,2
LP	2	0,4	13,5	12,8	0,0	0,2	0,1
OS	2	0,4	25,1	24,0	0,1	0,8	0,3
BR	4	0,7	29,3	24,4	0,3	2,3	0,9
JR	6	1,1	11,7	13,0	0,1	0,3	0,1
Qrubra	4	0,7	35,2	23,3	0,4	3,9	1,6
Celkom	564	100	25,3	19,9	27,0	246,3	100

5.2 Drevinové zloženie



Graf 1: Znázorňuje rozloženie porastovej skladby na výskumnej ploche č. 1



Graf 2: Znázorňuje rozloženie porastovej skladby na výskumnej ploche č. 2

Tabuľka 4: Hodnoty indexov biodiverzity

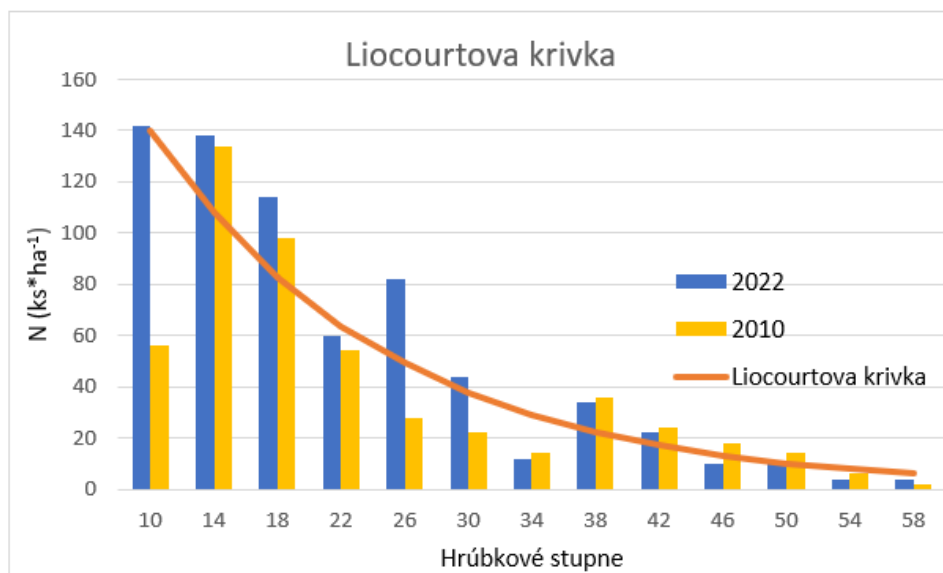
		2022	2010
Plocha č. 1	Shannonov evenness index	0,5181	0,6507
	Simpsonov index	0,4634	0,3308
Plocha č. 2	Shannonov evenness index	0,4678	0,5541
	Simpsonov index	0,4862	0,3884

Vývoj a stav druhového porastu zobrazuje graf 1 a 2, kde sú prepočítane počty jedincov na 1 hektár. Percentuálne zastúpenie všetkých druhov drevín na výskumných plochách ukazuje tabuľka 1 a 2. Hlavnými drevinami za obe plochy boli smrek, borovica a dub. S nameraných dát je evidentné dominantné 65 % zastúpenie smreka pri výraznom náraste počtu jedincov v kategórií dorastu (presiahnutie registračnej hranici). Smrek zaznamenal najvýraznejší nárast počtu jedincov za plochu č. 1, to predstavovalo 18 %, za plochu č. 2 to bolo 11,8 %. Naopak signifikantný pokles počtu jedincov nastal u borovici z 22,1 % na 12,4 % za ploche č. 1, na ploche č. 2 sa percentuálne zastúpenie zmenilo z 12,8 % na 7,1 %. Ak by sme sa pozreli na rozloženie objemu medzi dreviny tabuľka 2 a 3, zistili by sme percentuálne najvyšší podiel na ploche č. 1 za borovicu a to 43,2 %, na ploche č. 2 má borovica zastúpenie 30,2 %, za prvým 49,3 % podielom smreka. Dub má na oboch plochách zhruba 20 % zastúpenie jedincov, taktiež v objemovom vyjadrení, čo indikuje rovnomernejšie zastúpenie vekových stupňov naprieč celou škálou od najnižších po najvyššie stupne, naproti tomu borovica je zastúpená len v horných triedach a do budúcnosti nie je očakávaný nárast jedincov, ale naopak klesajúci trend. Z predložených informácií je evidentné, že porast bol obhospodarovaný rúbaňovým spôsobom s prevahou borovice s postupným zanášaním hlavne smreka a duba. Hrúbková štruktúra smreka je rozložená naprieč celou škálou stupňov, čo svedčí o trvalej prítomnosti smreka aj v minulosti. Prítomnosť svetlomilných drevín akými je dub, jarabina, breza, lipa, jelša svedčí o zanášaní drevín do presvetlených miest za účelom stabilizácie a obohatený štruktúry porastu.

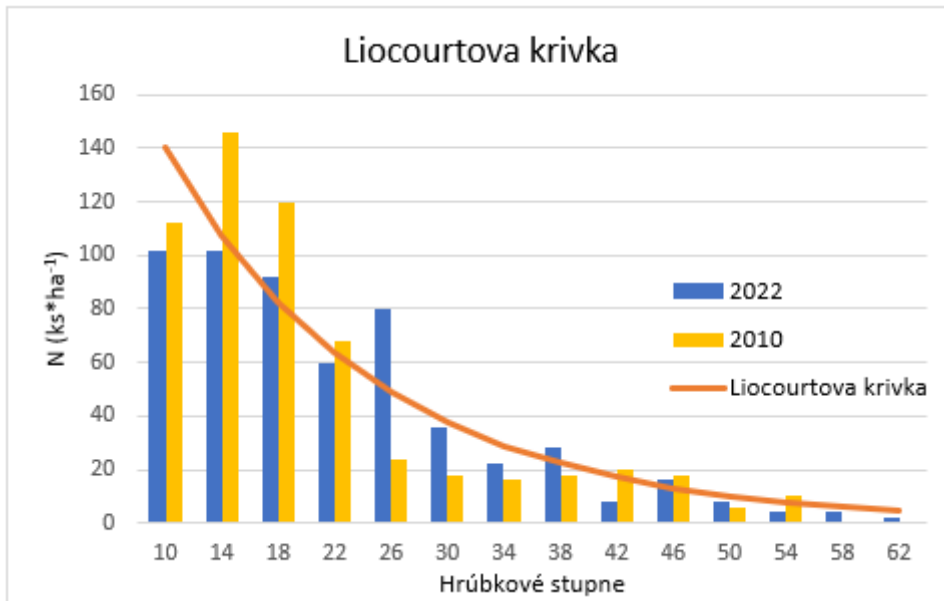
Medzi vtrúsenými drevinami má najvýznamnejšie zastúpenie jedľa s 2,4 % nachádzajúca sa v kotlíku na ploche č. 1, taktiež jedľa zaznamenala signifikantný nárast zastúpenia vplyvom prekročenie registračnou hranicou z 0,8 % na 2,4 %. Na ploche č. 2

jedľa doposiaľ nepresiahla registračnú hranicu. V poradí ďalšou relatívne zaujímavou vtrúsenou drevinou je lipa s 2 % zastúpením jedincov na ploche č. 1. Jej mierny pokles je spôsobený nárastom celkového počtu jedincov na ploche, nie ťažbou. Na ploche č. 2 sa vyskytuje aj jarabina s 1,1 % a breza s 1,7 % zastúpením, ich početnosť kolíše od celkového počtu jedincov na ploche a hlavne ťažobnými zásahmi v menšej miere aj odrastením nových jedincov. Drevinami zvyšujúcimi druhovú rozmanitosť sú pod hranicou 1 % dub červený, osika, buk.

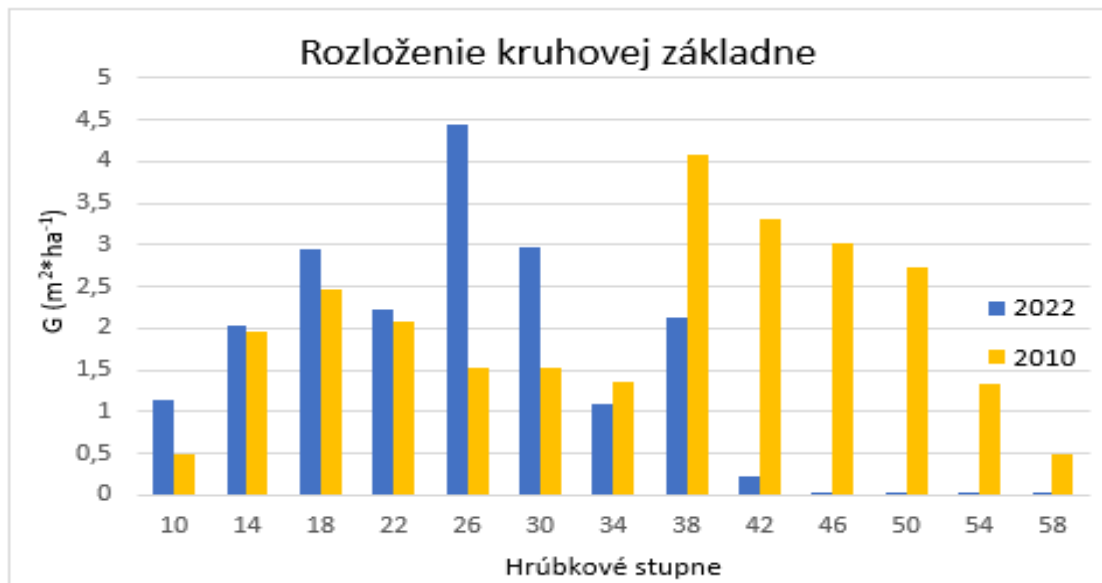
5.3 Hrúbková štruktúra



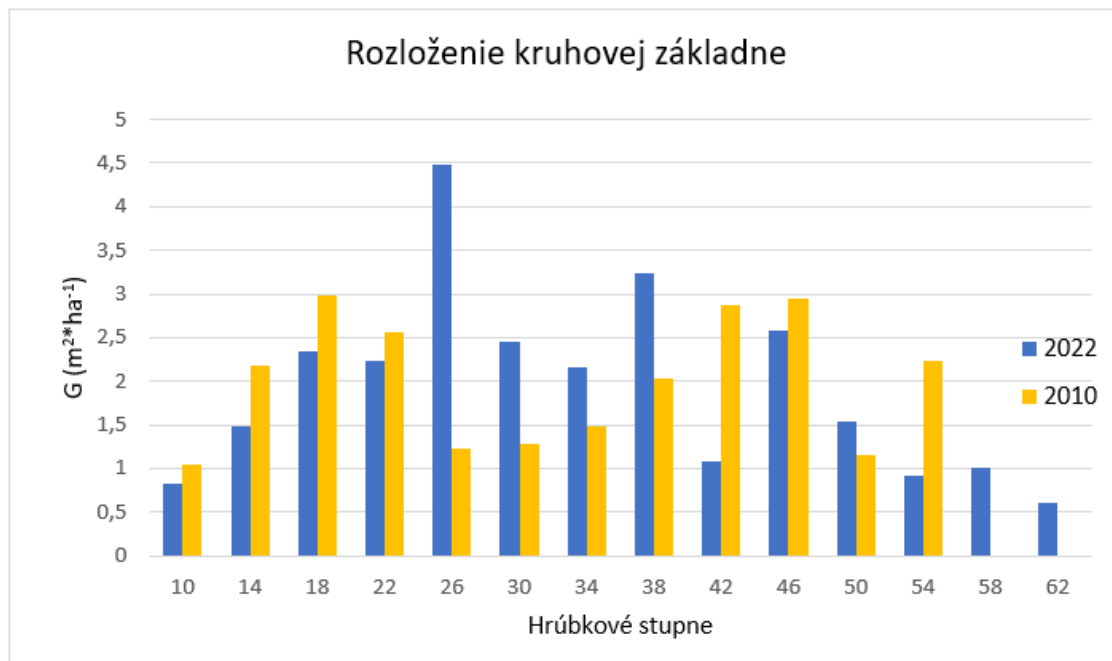
Graf 3: Hrúbková štruktúra porastu na ploche č. 1 vyrovnaná Liocourtovou krivkou



Graf 4: Hrúbková štruktúra porastu na ploche č. 2 vyrovnaná Liocourtovou krivkou



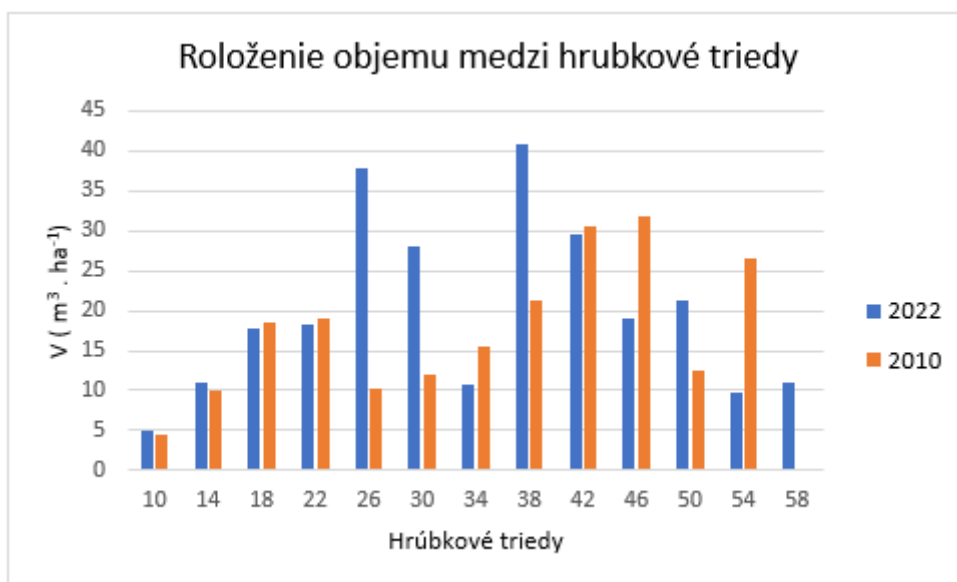
Graf 5: Rozloženie kruhovej základne medzi hrúbkové stupne na ploche č. 1



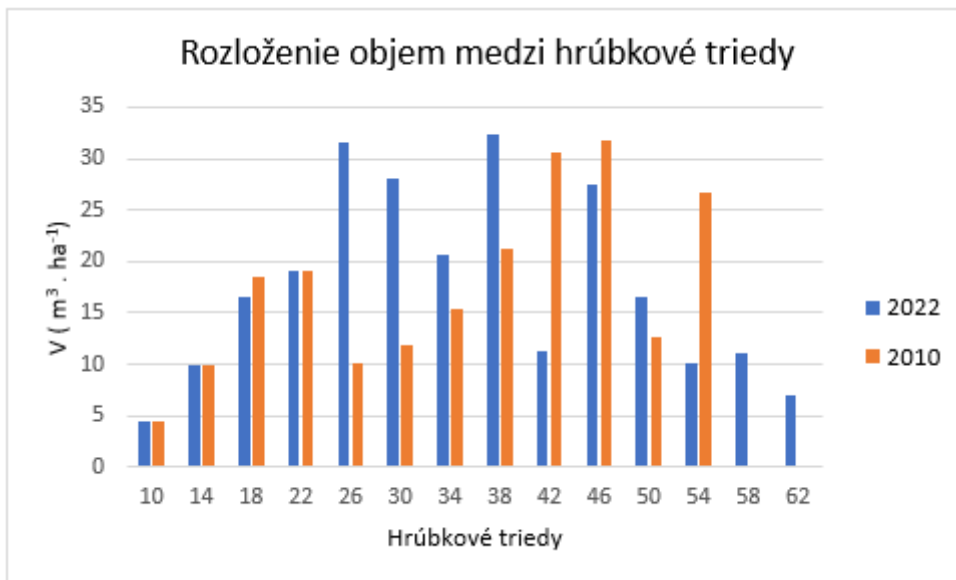
Graf 6: Rozloženie kruhovej základne medzi hrúbkové stupne na ploche č. 2

Hrúbková štruktúra je vyobrazená na grafe 3 a 4. V každom hrúbkovom stupni sú udané počty jedincov prepočítane na 1 ha za roky inventarizácii 2022 a 2010, následne vytvoreným histogramom bola preložená liocourtova krivka s hodnotami $A = 140$ a $q = 1,3$. Ako bolo spomenuté v metodike, liocourtova krivka predstavuje zostupnú geometrickú radu vo vyrovnanom výbernom lese. Na ploche č. 1 je prebytok jedincov v hrúbkových stupňoch 14, 18, a 26, to je zapríčinené rastovou dynamikou smreka, kedy sa posunuli jedince z najnižšieho stupňa vyššie bez výraznejšieho ťažobného zásahu alebo autoregulačných procesov. Najvyšší nedostatok jedincov pri modelovom rozložení je v strednej hrúbke. Podľa tabuľky 5 je prebytok objemu hlavne v tenkom stupni a to až dvojnásobne. Stredná hrúbka sa približuje optimu a objem jedincov v kategórií hrubé je výrazne podhodnotený zvolenému modelu. Na ploche č. 2 je nižšia denzita jedincov oproti prvej ploche hlavne v prvých vekových stupňoch. Stredné hrúbkové stupne sa blížia k vyrovnanému rozloženiu a taktiež je tam umiestnené aj ťažisko objemu zásoby porastu graf 8. Objem drevín v kategórií hrubých stupňov je vyšší oproti ploche č. 1 a viac sa približuje k vybranému modelovému rozloženiu. Výpočtom štruktúrne rozmanitých indexov bol zistený mierny pokles hrúbkovej diverzity na oboch plochách. Spôsobené to mohlo byť ťažobným zásahom, ale predovšetkým zvýšením hodnoty kruhovej

základne vo vyšších hrúbkových stupňoch, tým sa vytvoril výraznejší nepomer rozloženia sumy kruhovej základne medzi jednotlivé hrúbkové stupne. Celková hodnota indexov sa blíži k hodnote 1, čo je teoretická hodnota v prírode zložitom prostredí ako les, priam nedosiahnuteľná hodnota. Aj napriek miernemu poklesu medzi inventarizáciami porast vykazuje vysokú mieru diverzity, čo sa týka hrúbkového rozloženia v poraste.



Graf 7: Rozloženie objemu do príslušných hrúbkových stupňoch za rok 2010 a 2022 na ploche č. 1



Graf 8: Rozloženie objemu do príslušných hrúbkových stupňoch za rok 2010 a 2022 na ploche č. 2

Tabuľka 5: Prerozdelenie hrúbky do príslušných kategórií pre plochu č. 1

	2022	Zastúpenie	Model	2010	Zastúpenie	Model	Model
	m ³ *ha ⁻¹	%	m ³ *ha ⁻¹	m ³ *ha ⁻¹	%	m ³ *ha ⁻¹	%
Tenké	99,7	39	50,9	61,7	26%	48,3	20
Stredné	93,7	37	76,3	97,8	41%	72,4	30
Hrubé	61,0	24	127,2	81,8	34%	120,7	50
Celkom	254,4	100	254,4	241,4	1	241,4	100

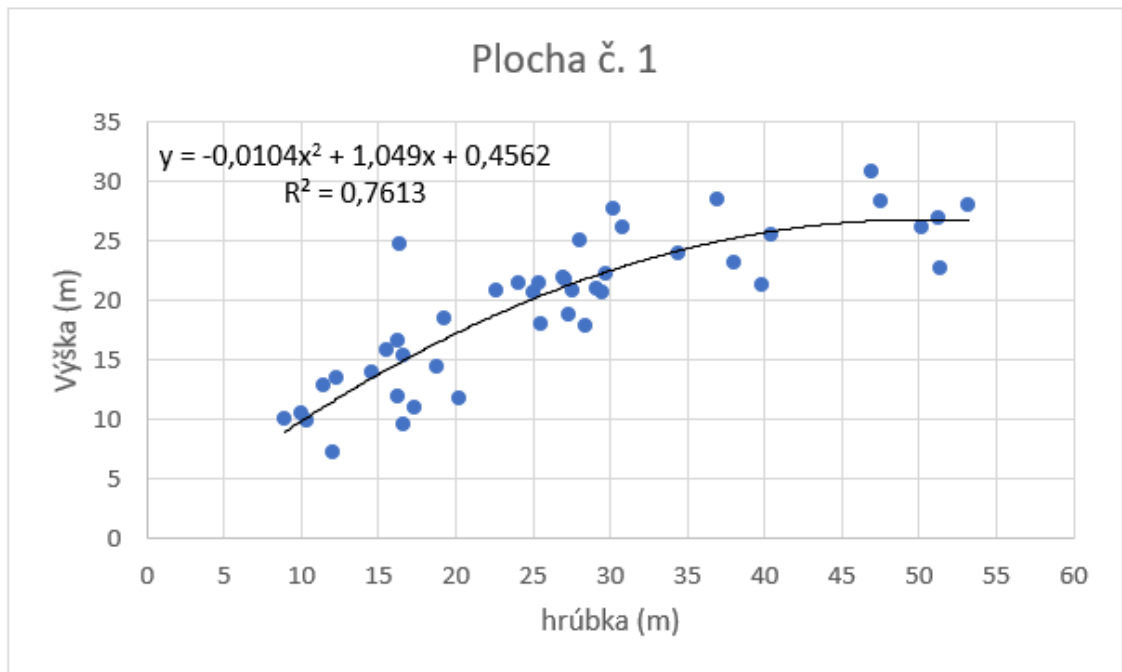
Tabuľka 6: Prerozdelenie hrúbky do príslušných kategórií pre plochu č. 2

	2022	Zastúpenie	Model	2010	Zastúpenie	Model	Model
	m ³ *ha ⁻¹	%	m ³ *ha ⁻¹	m ³ *ha ⁻¹	%	m ³ *ha ⁻¹	
Tenké	94,0	38	49,3	65,5	31%	42,5	20
Stredné	83,1	34	73,9	76,0	36%	63,7	30
Hrubé	69,2	28	123,1	71,0	33%	106,2	50
Celkom	246,3	100	246,3	212,4	100%	212,4	100

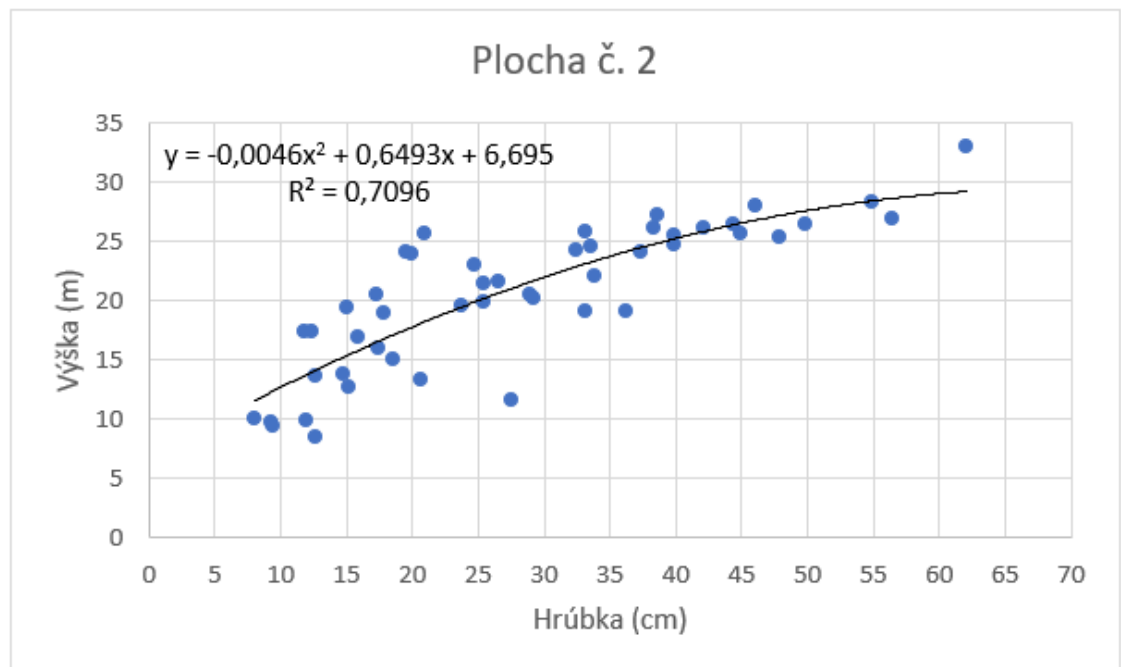
Tabuľka 7: Shannov evenness a simpsonov index hrúbkovej diversity

	2022		2010	
	SEI		SEI	
Plocha č. 1	SEI	0,791	SEI	0,947
	D	0,855	D	0,903
Plocha č. 2	SEI	0,947	SEI	0,974
	D	0,897	D	0,906

5.4 Výšková štruktúra

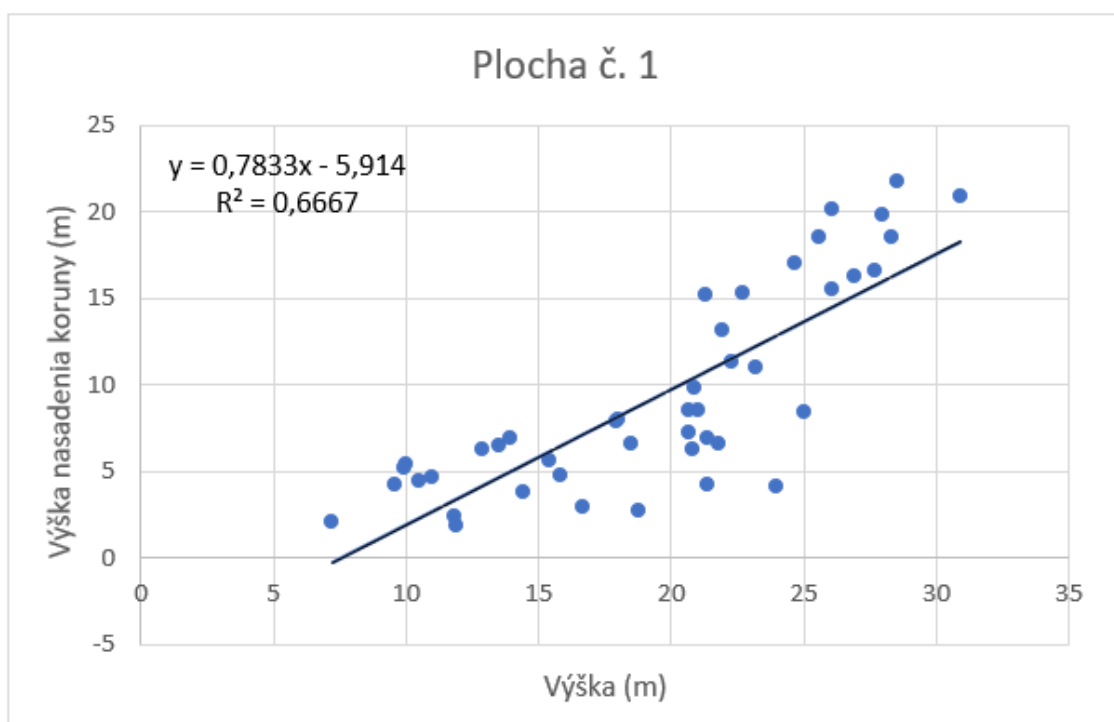


Graf 9: Závislosť výšky drevín na hrúbke pre všetky dreviny na výskumnej ploche č. 1.

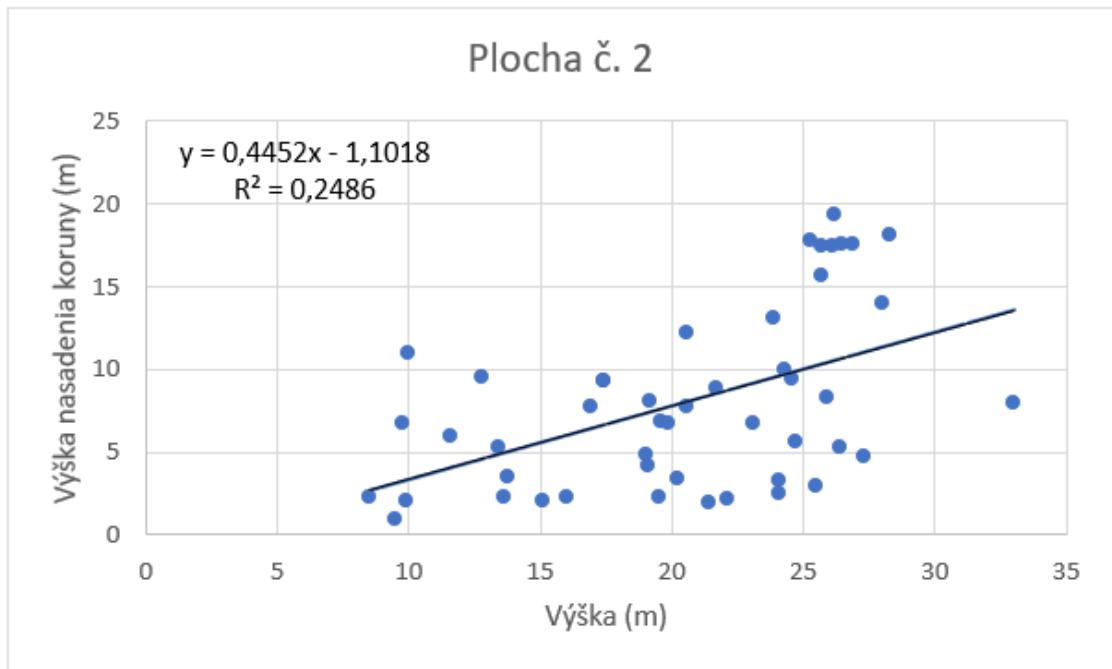


Graf 10: Závislosť výšky drevín na hrúbke pre všetky dreviny na výskumnej ploche č. 2

Závislosť všetkých výšok stromov na ich meranej hrúbke bola preložená polynomicou funkciou druhého stupňa v programe EXCEL. Na grafe 9 a 10 je spoločne vyobrazená krivka s matematickým zápisom funkcie. Grafy ukazujú, že s rastúcou hrúbkou stúpa aj výška, ale len do istej hodnoty napríklad na ploche č. 2 hodnota stúpa do výšky zhruba 25 m, ďalej sa krivka zvyšuje len pozvoľne a asymptomaticky sa približuje k maximálnemu bodu. Najnižšia miera korelácie bola zaznamenaná u borovice, kde hodnota sa blížili k nule. Nízky koeficient determinácie je pravdepodobne zapríčinený výchovou od kultúry v prehustenom zápoji a odlišnou kompetíciou o živiny a svetlo v rámci porastu. Borovica sa nachádza v hornej vrstve porastu a výškový prírast je obmedzený až limitovaný. Sumárny korelačný koeficient determinácie bol na ploche č. 1 0,7613 a 0,7096 na ploche č. 2, čo predstavuje 76 % a 70 % variabilitu dát.



Graf 11: Lineárna závislosť výšky drevín na výške nasadenia koruny na výskumnej ploche č. 1



Graf 12: Lineárna závislosť výšky drevín na výške nasadenia koruny na výskumnej ploche č. 2

Tabuľka 8: Koeficienty determinácie vyrovnaných výšok pre vybrané dreviny na ploche č. 1

	Koeficient	Výška	Nasadenie koruny	Sekundárne nasadenie koruny
DB	R ²	0,8068	0,5831	0,023
BO	R ²	0,0212	0,6531	
SM	R ²	0,6627	0,4733	
Celkom	R ²	0,7613	0,6667	

Tabuľka 9: Koeficienty determinácie vyrovnaných výšok pre vybrané dreviny na ploche č. 2

	Koeficient	Výška	Nasadenie koruny	Sekundárne nasadenie koruny
DB	R ²	0,5297	0,4273	0,2081
BO	R ²	0,2463	0,0726	
SM	R ²	0,766	0,0017	
Celkom	R ²	0,7096	0,2486	

Na výskumných plochách je priemerná relatívna dĺžka koruny 60 % a 63 % z celkovej výšky. Borovica má relatívnu dĺžku koruny suverénne najnižšiu, čo je zapríčinené výchovu od kultúry, taktiež to mohlo byť spôsobené odstraňovaním jedincov s nižším nasadením korún, a na ploche zostali akostné najlepšie jedince s vysokým nasadením korún. Smrek má relatívnu dĺžku korún 67 %, čo zodpovedá optimu pre stabilitu dreviny. Najvyšší korelačný koeficient závislosti meranej hrúbky na výške bol na ploche č. 1 pre drevinu dub, naopak nebola preukázaná korelácia u borovice, kde korelačný koeficient sa blížil k nule. Za obe plochy bola vysoká miera korelácie celkovej výšky v závislosti na hrúbke pre smrek. Výška nasadenia koruny závisela na celkovej výške u plochy č. 1. významne u všetkých drevinách. Na ploche č. 2 bola korelácie nasadenia koruny a celkovej výšky len u smreka. Pri zvýšení svetelných pomerom má dub tendenciu vytvárať sekundárnu korunu, pre ktorú bola osobitne vypočítaná relatívna dĺžka koruny vzťahujúca sa k sekundárnej koruny.

Tabuľka 10: Relatívnej dĺžky koruny pre jednotlivé druhy na ploche č. 1

SM	67%	
DB	58%	79%
BO	30%	
JD	63%	
LP	54%	
BR	43%	
BK	90%	
JR	72%	
Priemer	60%	

Tabuľka 11: Relatívnej dĺžky koruny pre jednotlivé druhy na ploche č. 2

SM	66%	
DB	71%	79%
BO	34%	
BR	36%	
Qrubra	73%	79%
LP	73%	
Osika	69%	
JR	84%	
Priemer	63%	

5.5 Prírasty

Tabuľka 12: Prehľad celkovej bežného prírastu a prírastkové percenta na ploche č. 1

Plocha č. 1	SM	DB	BO	LP	JR	BR	BK	JD	Celkom
CBPn (m ³ .ha ⁻¹)	43,8	30,2	11,1	0,2	0,9	1,0	0,0	2,6	89,7
CBPt (m ³ .ha ⁻¹)	3,7	2,5	0,9	0,0	0,1	0,1	0,0	0,2	7,5
Iv %	4,4	4,5	0,8	1,5	14,3	5,4	0	6,6	2,9

Tabuľka 13: Prehľad celkovej bežného prírastu a prírastkové percenta na ploche č. 2

Plocha č. 2	SM	DB	BO	LP	OS	BR	JR	Qrubra	Celkom
CBPn (m ³ .ha ⁻¹)	57,3	23,5	18,0	0,2	0,8	1,0	0,2	2,2	103,2
CBPt (m ³ .ha ⁻¹)	4,8	2,0	1,5	0,0	0,1	0,1	0,0	0,2	8,6
Iv %	3,9	3,5	2,0	8,3	8,3	3,5	5,4	4,7	3,5

Tabuľka 14: Výška ťažieb od poslednej inventarizácie od roku 2010 v $m^3 \cdot ha^{-1}$.

Plocha	SM	JR	DB	BR	BO			Celkom
č.1	5,7	0,0	7,6	0,4	72,3			86,1
Plocha	SM	JR	DB	BR	BO	LP	OS	Celkom
č.2	11,3	0,3	5,2	0,2	61,5	0,1	0,3	78,9

Na plochách bol vypočítaný celkový bežný prírastok periodický (CBP_n) a celkový prírastok ročný (CBP_t) pre každú drevinu na danom stanovisku. CBP_n predstavoval $89,7 m^3 \cdot ha^{-1}$ za plochu č. 1 a u plochy č. 2 bolo $103,2$ pri 12 vegetačných obdobiach (rokov). Pri prepočte na CBP_t to je $7,5$ a $8,6 m^3 \cdot ha^{-1}$. Rozdielnosť CBP medzi plochami je zapríčinená rozdielnym zastúpením borovice, ktorá je predržaná do vyššieho veku oproti rúbaňovému hospodárstvu a v tomto veku je dynamika rastu výrazne znížená. Druhým výrazným faktorom ovplyvňujúci rozdielny CBP na študovaných plochách je vyššie zastúpenie smreka v strednej hrúbke na ploche č. 2, smrek začne objemovo kulminovať okolo 40 roku (Kantor et al. 2013). Spomedzi všetkých drevín najvyšší CBP dosahovala drevina smrek $4,8 m^3 \cdot ha^{-1}$, pri drevinovom zastúpení 65%. Nasledoval dub s CBP_t $2,5$ a $2 m^3 \cdot ha^{-1}$ a na poslednom mieste spomedzi hlavných drevín bola borovica s CBP_t $0,9$ a $1,5 m^3 \cdot ha^{-1}$. Medzi rokmi 2010 a 2022 bola ťažba sústredená na borovicu skupinovú formou rúbu a tým vznikla disponibilná plocha pre rast nových jedincov. Suma prírastkového percenta sa výrazne nelíšil medzi plochami. Na ploche č. 1 s hlavných drevín najvyššie prírastkové percento dosahoval dub $4,5 \%$, nasledoval ho smrek s $4,4 \%$, ostatné prevažne svetlomilné dreviny dosahovali dokonca vyššia prírastkové percentá ako dub alebo smrek. Tento rozdiel je zapríčinený hlavne juvenilným štádiom svetlomilných drevín s vitálnym rastom a dostatkom priestoru pre vývoj rastu. Na ploche č. 2 smrek dosiahol vyššie prírastkové percento ako dub, pri tom relatívna dĺžka koruny bola vyššia ako na ploche č. 1, kde prírastkové percento duba prevyšovalo smrek.

6. DISKUSIA

Prestavba lesa je časovo veľmi náročný proces prispôsobovania umelých, človekom nevhodne vytvorených lesných ekosystémov (Poleno 2007). Lesy podliehajú vplyvom životného prostredia, ktoré sa mení v rýchlejšom tempe, než tomu bolo počas posledných niekoľkých storočí, pritom lesné hospodárstvo naprieč tak veľkým geografickým územím, akým je Európa, sa potrebuje vyznačovať vysokou mierou adaptability k meniacim sa prírodným podmienkam (Fontes et al. 2010). S klesajúcou celospoločenskou toleranciou voči homogénnym monokultúram lesných drevín až lignikultúram a naopak narastajúcim verejným záujmom o otázky ochrany prírody vzniká podpora snáh o transformáciu monokultúr na lesné spoločenstvá viac zodpovedajúce prirodzeným skladbám (Spiecker et al. 2004).

Úspešnosť transformácie rovnorodých porastov na porasty zmiešané do značnej miery závisí od vynaložených finančných prostriedkov. Zvýšene náklady sú zaťažením prítomnosti, ale z lepšou vyhlídkou budúcnosti (Kalousek, Foltánek 2010). Z pohľadu nákladov a výnosov predstavuje výberkový spôsob hospodárenia až 145 % ekonomickú efektívnosť v porovnaní s holorubným spôsobu (Bruchánik 2009). V porastoch s bežným prírastkom 9 – 10 m³ na 1 ha by mala byť doba návratu 7 až 8 rokov, na produkčne slabších stanovištiach sa táto doba predlžuje (Réh 1978). Keďže všetky opatrenia na pestovanie sa uskutočňujú uplatňovaním starostlivosti o porastovú zásobu, prenáša sa hlavná váha pestovania lesov z obnovných postupov na výchovu porastov, na ktorú organicky nadväzuje v starších porastoch v princípe rovnaké uplatňovanie výberných princípov. To znamená, že aj obnovná ťažba sa realizuje výberom jednotlivých, relatívne horších stromov s nižším prírastkovým potenciónom (Saniga 2010). Cieľom prestavby, všeobecne výberkového spôsobu hospodárenia je autoregulačné fungovanie lesa, vyššia ekologická stabilita lesných ekosystémov i väčšia efektívnosť v získavaní služieb z lesa (Vacek, Podrázský 2006).

6.1 Hrúbková štruktúra

V prírode blízkych lesoch sa všeobecne predpokladá väčšia mozaikovitosť a bohatšia textúra než u hospodárskych porastov, vzhľadom na schopnosť lesných ekosystémov reagovať, či sa prispôbiť vonkajšiemu narušeniu životného prostredia

(Paffetti et al. 2012). Hrúbku stromu Nilsson et al. (2002) považuje ako najdôležitejší ukazovateľ štruktúry prírode blízkyh lesných porastov. Pokiaľ ide o distribúciu hrúbky porastu, výraz „udržateľný“ možno interpretovať dvoma spôsobmi. Po prvé, na základe bežne prijímaného modelu pre hrúbkovú štruktúru rozloženia reverzného J (Rubin et al. 2006). Po druhé, niektoré konceptuálne ekologické modely predkladajú, že staré porasty by mali dosiahnuť rovnováhu alebo kvázi rovnováhu, kde sa štruktúra ekosystémov a procesy stanú viac-menej konštantnými (Helliwell 1997). Cieľová hrúbka je do značnej miery len pomocný parametrom pre vyznačenie ťažby. V rôznovekých a zmiešaných porastoch hrúbka nahrádza vek a tým má zásadnú rolu pri produkčne-ekonomickom plánovaní (Saniga 2010).

Hlavným argumentom pre vytváranie nerovnomerných starých porastov je posilnenie schopnosti odvrátiť katastrofy. Katastrofy sú tie udalosti, kedy je potrebné ťažiť stromy v neželanom alebo nevhodnom čase. Pri odstraňovaní stromov s cieľom dosiahnuť želanú štruktúru sa ťažia stromy v nevhodnom čase. V skutočnosti, aby sme predchádzali rozpadu porastu, robíme zásah na základe účelnosti (Kuper 1997). Nie je nevyhnutné použiť obrátenú J-krivku ako sprievodcu ideálneho rozloženia v poraste, ale zamerať sa na výberné princípy. Hrúbková štruktúra na záujmovej ploche sa podobá ideálnemu rozloženiu podľa Liocourtovej krivky s miernym prebytkom jedincov v hrúbkových stupňoch 18 a 26 a nedostatkom v hrúbkovom stupni 34. Štrukturálne indexy vykazujú vysokú mieru diverzity rozloženia hrúbkových stupňov a ich hodnoty sa približujú k hodnote 1.

6.2 Výška

Výška sa radí k ďalším dôležitým štrukturálnym porastovým ukazovateľom, hoci sa jej dostáva relatívne menej pozornosti ako iným štrukturálnym ukazovateľom, pretože jej meranie je časovo náročné a tiež preto, že európske dreviny nedosahujú takých výšok v porovnaní so stromami z iných kontinentov (Holeksa et al. 2009). Vo výberných lesoch, alebo v lesoch s pokročilejšej fázy prestavby s viac komplikovanou vertikálnou štruktúrou je preukázané nižšia denzita v najnižších hrúbkových stupňoch a obnova vykazuje žiadanú výraznú plošnú nerovnomernosť (Saniga 1997).

Heger (1948) porovnávacím štetením zistil, že nebezpečenstvo polomov koreluje pri jednotlivých stromoch s ich dĺžkou koruny. Venoval preto zvýšenú starostlivosť korunám stromov, ktorých dĺžka by mala byť minimálne 40 % výšky stromu. Bežnú výchovu porastov kritizoval, pretože do popredia boli stavané výlučne produkčné aspekty. Zatiaľ čo sa nehládalo na hľadisko stability porastov a bezpečnosti produkcie.

Na trvale výskumných plochách je dĺžka koruny v priemere nad 60 % výšky stromu, výnimku tvorí borovica, ktorá má priemernú dĺžku koruny len 30 %, nižšia dĺžka koruny nemá výraznejší vplyv na stabilitu porastu, pretože borovica je zastúpená len vo vrchnej vrstve a má za seba náhradu v strednej a spodnej vrstve.

Pokiaľ ide o kritériá výberu stromov na ťažbu, odporúča Frič (1946) zachovať a podporiť málo zastúpené dreviny a odstraňovať stromy, ktoré nemajú byť predržané do vysokého veku, to znamená nielen zdravotný výber, ale aj jedince ktoré prekážajú vývoji korún, s cieľom predĺžiť obnovnú dobu. V štádiu obnovy sa už odkladá zásada udržiavanie porastového zápoja v korunovej úrovni. Pritom však Frič (1946) odporúča úzkostlivo hájiť stromy v podúrovni, ktoré hlavnému porastu neprekážajú a tvoria napríklad prerušované a skupinové spodné poschodie.

Zmiešané porasty s dominanciou smreku nie sú spravidla tak diverzifikované, pretože smrek inklinuje k homogénnej štruktúre s horizontálnym zápojom (Vacek, Podrázský, 2006). Preto je nevyhnutne vhodnými fyto technickými metódami usmerňovať dĺžku korún drevín a predchádzať rozvratu porastov, starostlivosťou o každú porastovú skupinu osobitne.

6.3 Drevinné zloženie

Druhovú zloženie porastov je jednou z najdôležitejších častí trvalej udržateľnosti a produktivity lesných ekosystémov (Lindenmayer 2000). Porastové druho vé zloženie ovplyvňuje ako lesný biotop poskytovaním krytu, tak aj mikroklimatické podmienky a kolobeh živín v lesnom ekosystéme (Coomes 2007).

V súvislosti s výberkovým lesom Saniga a Szanyi (1998) uvádzajú hodnotu intervalu počtu stromov medzi 270 - 725 stromov na hektár, podobný rozsah uvádza Réh (1978), ktorý pre oblasť Československá nameral interval 348 – 985 stromov na hektár.

Sledované výskumné plochy majú počty jedincov v rozmedzí 662 -564 prepočítané na hektár, čo zodpovedá vyššie uvedeným údajom, ďalej zistená denzita sa približuje k hornej hranici počtu stromov pre výberkový les, čo značí o výskyte aj jedincov menších hrúbok.

Predpokladaná cieľová druhová skladba na demonštračnom objekte v Klokočne počíta s nasledujúcim podielom drevín: SM 40, JD 30, BO 5, MD 3, DGL 2, DB 3, BK 12, BŘ 2, JV 1, OL 1, (vej, js, jř) 1. U ihličnatých drevinách prevládajú produkčné funkcie a v cieľovej skladbe majú zastúpené 80 %. Jedľa spolu s listnatými drevinami plní melioračné a stabilizačné služby. Smrek v plánovanej druhovej skladbe má mimoriadne dôležitý význam, pretože je nosnou produkčnou drevinou a okrem toho zároveň plní dôležitú úlohu výplňovej dreviny, ktorá sa pravidelne a intenzívne zmladzuje. Bez výplňovej dreviny, sa dá len ťažko hospodáriť prírodne blízkym spôsobom. (Ferkl, Remeš 2015). Na trvale výskumnej ploche má dominantné zastúpenie smrek s vyše 65 % zastúpením, nasleduje dub z vyše 20 %, na borovicu pripadá do 10 %, vtrúsenými drevinami sú dub červený, lipa, jedľa, osika, buk, jarabina.

Biodiverzita zohráva kľúčovú úlohu vo všetkých ekosystémových zložkách a v posledných desaťročiach nadobúda na význame (Bauhus et al. 2009). Druhová bohatosť bola hodnotená na základe Shannovho a Simpsnovho indexu. Na oboch plochách bola situácia rovnaká, kedy bol zaznamenaný pokles medzi inventarizáciami pri Shannonov evenness indexe a nárast nastal pri Simpsonovom indexe. Shannov index naznačujú nižšiu mieru interakcie medzi odlišnými druhmi drevinami, ale simpspon index zaznamenal vyššiu biodiverzitu. Na príklade monokultúry buka s porovnaním s zmiešaným lesa buka Metz et al. (2016) preukázal, že prírode blízke zmiešané lesy v zrovnaní s kultúrami vykazujú výrazne vyššiu odolnosť proti zmene klíme a disturbanciam. V procese prestavby lesa je nevyhnutným opatrením usmerňovať druhovú skladbu v sledovaných porastaných skupinách. Dôraz sa kladie na vnášanie a podpore jedle ako hlavnej a stabilizačnej dreviny prirodzenej druhovej skladby (Reininger 1997). Vzhľadom na charakter stanoviska a skladbu materského porastu to však bude znamenať aj určité ochudobnenie druhovej pestrosti drevín postupným znižovaním podielu slnečných drevín (borovica, jarabina, breza).

6.4 Zásoba porastu

Dôležitým ukazovateľom je aj optimálna zásoba, ktorá sa empiricky určí pre stanovišťa a porastové typy osobitne. Optimálna výška zásoby sa určí na základe porovnania výšky zásoby porastu a bežného objemového prírastu. Vo výberných lesoch s významným zastúpením slnečných drevín v 3. - 5. lesnom vegetačnom stupni by optimálna zásoba nemala presiahnuť $350 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Korpeľ 1993). Súčasná zásoba na trvalé výskumnej ploche je na úrovni $250 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ s významným zastúpením predrzaných borovíc do vyššieho veku, ktoré by pri rúbaňovom hospodárstve pravdepodobne nenastalo.

Zásoba výberného porastu podobne ako u iných hospodárskych spôsobov závisí od dreveniny a bonity daného stanoviska. V stredoeurópskych podmienkach ťažisko výberných lesov je v 5. a 6. vegetačnom stupni. Na týchto stanoviskách sa zásoba pohybuje od 380 do $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, priemere však medzi $420 - 440 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Korpeľ 1993). Bruchánik (2009) uvádza hodnotu porastovej zásoby od 300 do $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ pre oblasť Slovenska. Réh (1978) zozbieral údaje o zásobe porastu pre oblasť Československá uvádza rozsah $355 - 595 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

Zvýšením zásoby porastu stúpa aj kompetitívny vzťah medzi drevinami o živiny, predovšetkým o vlahu. Tento stav môže viesť k zníženiu stability porastu (Kuper 1997). Zvyšovanie porastovej zásoby je medzi lesnými hospodármi považované za znak riadneho hospodárenia, naopak znižovanie porastovej zásoby je považované za devastáciu. V mnohých prípadoch táto zaužívaná lesnícka paradigma neplatí, dôležitý je spôsob ako k zvyšovaniu porastovej zásoby dochádza. Pokiaľ je to zapríčinené zvyšovaním prírastu, je to spravidla v poriadku, hromadenie rubne starých porastov je chybné, pretože prírast sa s vekom znižuje, čo znižuje produkčný potenciál stanovišťa. V týchto prípadoch je potreba porastovú zásobu primerane znížiť. Zásobu primeraného typu výberného lesa, je možné doceliť len pri pravidelnom a systematickom odoberaní porastovej zásoby vo výške nahromadeného ročného objemového prírastku v období medzi dvoma zásahmi. Výberný les v modelovej podobe je možné teda len veľmi ťažko udržať (Korpeľ, Saniga 1995).

6.5 Prírast

Pre oblasť Československá Réh (1978) uvádza ako bežný ročný prírastok v rozmedzí od 9,33 do 13,22 m³ .ha⁻¹. V podmienkach Českej republiky Truhlář (1995) zistil, že na školnom lesnom podniku Masarykov les v Křtinách bol rozsah bežného ročného prírastku objemu od 7,79 do 13,23 m³ .ha⁻¹. Podľa Hladíka (1992) priemerný celkový bežný prírast pre výberkové lesy predstavoval 11,3 m³ .ha⁻¹. Pri rozsiahlych meraní na území Slovenska, kde bola zahrnutá široká škála prírodných podmienok stanovišť, tak bežný prírast predstavoval rozmedzie 3 - 12 m³ .ha⁻¹ (Saniga, Szanyi1998). Spodná hodnota patrí porastom na extrémnych stanovištiach s dominantnou protieróznou a protilavínovou funkciou. Na trvale výskumnej ploche bol zaznamenaný celkový bežný prírast v rozmedzí 7,5 – 8,6 m³ .ha⁻¹, čo zodpovedá spodnému intervalu vyššie spomínaných zistení. Dá sa predpokladať, že porasty v tomto štádiu prestavby pri uplatňovaní jemných pestovných postupov nie sú produkčne stratové v porovnaní s lesom vekových tried. Porovnateľné starý smrekový porast obhospodarovaný holorubným spôsobom dosahuje bežným prírast 8,3 m³ .ha⁻¹ (Halaj et al. 1987).

Hrúbkový prírast jednotlivých stromov a z neho vyplývajúci objemový prírast celých porastov je závislý okrem klimatických a stanovištných pomerov predovšetkým na rastovom priestore, teda miery kompetície. Najvyššia miera kompetície je vnútro druhová (Úradníček L. et al., 2001). Vo výberných a bohato štruktúrovaných lesných porastov rastú jednotlivé stromy vo všetkých vývojových fázach spoločne na relatívne malom priestore nad sebou a pod sebou a nemusia stále tvoriť horizontálny a vertikálny zápoj. Tým sú nízko nasadené koruny lepšie adaptované na svetelný prírastok. Smrek zaznamenal 3,9 - 4,4 % objemový prírastok, čo hovorí o dobrých drevo produkčných vlastnostiach tejto dreviny na stanovisku. Vysoký prírastkový potenciál cieľových stromov je jedným zo základných atribútov úspešnej transformácie homogénnych porastov smerom k porastom s výbernou štruktúrou. Bežný objemový prírastok drevín v strednej, ale aj v hornej vrstvy je zvyčajne väčší ako v lese vekových tried. Je to zapríčinené tým, že koruny stromov v lese vekových tried rastú vo väčšom horizontálnom zápoji ako je tomu v výberkovom lese (Vyskot et al. 1971).

7. ODPORUČENIE PRE PRAX

7.1 Plocha č. 1

Plocha s pokročilým štádiom prestavby. Rozdelenie zásob v hrúbkových triedach je veľmi blízke modelovému rozloženiu. Do budúca je vhodné znížiť intenzitu budúceho zásahu, tak aby vykonaná ťažba neprekročovala hodnotu CBP a neznížovala by sa celková zásoba porastu pod súčasnú zásobu. Zásoba by mal oscilovať okolo určitej stabilnej hladiny spravidla $250 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ až $350 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, ak chceme využívať v plnej miere nadzemný priestor. Ťažba by mala byť hlavne zameraná na hrúbkové triedy 14, 26, 38. Do úvah pripadá aj ťažba jedincov najvyšších dimenzií predovšetkým borovice, ale vitalita drevín je priaznivá a je tu predpoklad dlhého predržania vyspelej až prestarnutej kmeňoviny a zachovať tak rôznorodú štruktúru porastu. Netreba zabúdať na pomiestne skupinky tyčovín, ktoré po odťažení neznížia výrazne zásobu porastu a zvýšia rastovú plochu cieľovým jedincom. Porastové skupiny vykazujú znaky vertikálneho zápoja, ktorý vo výberkovom lese je nevyhnutne rozvíjať pozitívnym výberom nádejných jedincov, ako aj uplatňovať zdravotný a tvarový výber. Účelom prestavby porastu je postupne vytvorenie štruktúrne bohatšieho lesa obhospodarovaného podrastovou formou pri uplatňovaní skupinovej formy výberu. Štruktúra porastov vykazuje znaky prítomnosti druhej vrstvy, ktorá sa nevyskytuje na celej záujmovej ploche, ale je jasne viditeľná. Ďalej potom odporúčam sústrediť ťažbu v okolí dubov na výrazne predrastové smrekky, aby bolo zaistené dostatočné množstvo svetelného žiarenia. Využitím miest, kde absentuje prirodzené zmladenie je vhodné obnovovať skupinou formou výberu a na novo vzniknuté presvetlené miesta doplniť podsadou drevín a to hlavne jedľou a bukom, ktorý sa až vyskytuje v severozápadnej časti na ploche 4 árov. Ako dobré východiska pre doplnenie jedle sú aj miesta kde sa nachádza breza, prípadne iná listnatá drevina, ktorá prepúšťa dostatok svetla na pôdny kryt a vytvorí potrebnú ochrannú clonu pre výchovu sadenice. Špecifikum výberného lesa je pozorné naplánovanie sprístupnenia porastu a ohľaduplnosť pri ťažbe hornej vrstvy k spodnej a strednej vrstvy.

7.2 Plocha č. 2

Plocha s pokročilým štádiom prestavby porovnateľným s predošlou záujmovou plochou. Nižšia rôznorodosť štruktúry porastu, bola hlavným dôvodom myšlienky

prestavby porastu, ktorá bude prebiehať cez následnú generáciu, ktorá je založená na plošnej a časovej hlúčikovitej až skupinovej obnovy. Tieto novovzniknuté hlúčiky o veľkosti spravidla 2-5 árov vytvoria mozaikovitú štruktúru a ďalej by sa nemali rozširovať. Mierne intenzívny zásah by mal smerovať hlavne do hrúbkových stupňov 18, 26 a 38 a to predovšetkým do selekčného výberu smreka v južnej časti porastu. Hrúbkové rozloženie početnosti a zásoba na ploche sa blíži ideálnemu rozloženiu s miernym prebytkom početnosti v stredných hrúbkových stupňoch. Dub rastúci v nadúrovni je potrebné výchovnými drevinami udržiavať v zatičení, aby sa predchádzalo tvorbe vlkov po uvoľnení koruny. Plocha č. 2 je bez výskytu hlavných nosných drevín výberkového lesa jedle a buka v registračne zvolenej hrúbke. Jedľa sa vyskytuje pomiestne pozdĺž severnej hranice porastu, do budúca bude vhodné opatrením uprednostňovať jedľu na úkor ostatných drevín. Na oboch plochách sa ako primiešaná drevina vyskytuje lipa, ktorá nie je typický zástupcom prírody blízkeho hospodárstva. Lipa do budúca môže mať výchovný a melioračný charakter. Aj pres miestami dočasne rozvoľnený zápoj, nevidno v poraste významnejšie prirodzené zmladenie a nemožno ho ani očakávať do budúca, preto bude vhodné porast doplniť o tieňomilné dreviny výberného lesa. Porast na väčšine plochy je dvoj etážový. Dôraz pri obnove a výchove porastu je predovšetkým kladený na úpravu druhového zloženia ako na zmenu vekovej a priestorovej štruktúry. Intenzívne dopĺňovanie ďalších drevín do porastu s dominantným zastúpením smreka zvyšuje nie len biodiverzitu, ale prispieva k stabilizácii a znižovania rizík spojnými s labilnými smrečinami v nižšom vegetačnom stupni, kde je smrek mimo optimum svojich ekologických nárokov. Vzhľadom k rozdielnemu zastúpeniu drevín v stromovom poschodí a aplikovanej obnovy sa už za pomerne krátke obdobie začína upravovať druhové zloženie študovaných porastov k prírode bližšiemu, ktoré by malo lepšie plniť požadované služby lesa do budúca. Je nevyhnutné naďalej pokračovať v tomto nastolenom trende porastovej prestavby po relatívne dlhé obdobie. Výsledok celého procesu bude závisieť od dlhodobého a kontinuálneho úsilia lesných hospodárov a zámeru vlastníka porastov. Prirodzená obnova by mala byť využívaná v maximálnej miere, ale pred tým je nevyhnutné vhodnými zásahmi pripraviť podrast. Predovšetkým uvoľňovaním genotypovo a fenotypovo kvalitných jedincov, aby bola stimulovaná ich fruktifikácia a podporenie presvetlenia porastu. Presvetlenie porastu má nesmierny význam pre zlepšenie stanovištných podmienok a to prostredníctvom zrýchlenia rozkladu

surového humusu a zlepšení svetelných pomerov nad povrchom. Umelá obnova by mala byť chápaná ako doplnková a to predovšetkým v geneticky nevhodných porastoch a na miestach, kde sa dlhodobo nedarí zmladeniu porastu, prípadne na vnášanie nových druhov.

8. ZÁVER

Teoretická časť diplomovej práce rozoberá problematiku pestovných postupov prírode blízkeho hospodárstva v stredoeurópskom priestore. V praktickej časti boli obnovené konkrétne 2 výskumné plochy na lesnom úseku Klokočná, kde proces transformácie prebieha vyše 30 rokov. Na týchto plochách boli zamerané produkčné ukazovatele hrúbkovej a výškovej štruktúry s ktorých sa odvodili ďalšie determinatívne charakteristiky porastov, ako aj bol vyhodnotený stupeň prestavby.

Hlavným cieľom prírode blízkeho pestovných postupov v lesnom hospodárstve na území Českej republiky sa stáva podrastové hospodárenie s uplatňovaním výberných princípov. Tento manažment pestovania lesa je založený na vedomostiach štrukturálnych charakteristík a ich vplyvoch na obnovu porastu, počas procesu prestavby lesa. Jeden z týchto príkladov je demonštračný objekt lesníckeho úseku Klokočná, kde spolupôsobením prírodných dejov a cieľavedomého lesníckeho hospodárenia vznikajú štrukturálne diverzifikované porasty, ktoré sa nachádzajú v pokročilej fáze prestavby. Kľúčovú rolu v prírode blízkom hospodárení zastáva prirodzená obnova, následne podpora druhovo žiadaných drevín a podpora cieľových jedincov.

Pokiaľ bude cieľom dosiahnuť štruktúrne rôznorodé porasty, bude nevyhnutné v procese prestavby pokračovať ešte pomerne dlhé časové obdobie. Počas procesu prestavby je možné očakávať ekonomické riziká spojené so stratou hodnoty drevnej hmoty, spôsobenou predrzaním výstavkou smreka a borovice pestovaných vo voľnom zapojení. Na proti tomu, je možné predpokladať v budúcnosti výrazné zníženie nákladov na výchovu, ako aj obnovu štruktúrne bohatých porastov a výhody ekologické.

Dosiahnutím prírode blízkeho lesných ekosystémov na demonštračnom objekte lesníckeho úseku Klokočná je odborne náročným procesom. Tieto porasty boli v minulosti do značnej miery ovplyvnené človekom, vrátane obhospodarovania lesa holorubným spôsobom a modelom vekových tried za účelom zvýšenia drevoprodukčných schopností stanovišťa. Dôsledkom takého prístupu bolo vytvorenie homogénnych lesných celkov s zníženou rezistenciou a resilienciou. Stále proklamovanejšou službou lesa ako verejného statku je mimoprodukčná funkcia. Široká verejnosť podporuje jemnejšie pestovné prístupy, ktoré dokážu spojiť drevoprodukčnú schopnosť s verejnou požiadavkou rekreácie.

9. ZOZNÁM POUŽITEJ LITERATÚRY

AMMON, W. *Výběrný princip v lesním hospodářství: závěry ze 40-ti let švicarské praxe*. 4. vyd. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce s.r.o., nakladatelství a vydavatelství, 2008. 157 s. ISBN 978-80-87154-25-0.

BAUHUS J.; PUETTMANN K.; MESSIER C. Silviculture for old-growth attributes. *Forest Ecology and Management*. 2009, vol. 258, s. 525-537.

BĚLE, J. et al. *Základní lesnické názvosloví*. 1. vyd. Jíloviště – Strnady : VÚLHM, 1992. 261 s.

BÍLEK, L.; REMEŠ, J. *Soubor map: Struktura porostů v průběhu jejich přestavby – lokalita Klokočná*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, 2012. 16 s.

BÍLEK, L.; REMEŠ, J.; ŠVEC, O. ; ZAHRADNÍK, D. On the way to continuous cover forest at middle elevations – the question of forest structure and specific site characteristics. *Journal of Forest Science*. 2013, vol. 59, no.10, s. 391-397.

BONČINA, A.; ČAVLOVIC, J.; ČUROVIC, M.; GOVEDAR, Z.; KLOPČIĆ, M.; MEDAREVIĆ, M. A comparative analysis of recent changes in Dinaric uneven-aged forests of the NW Balkans. *Forestry*. 2014, vol. 87, no. 1, s. 71-84.

BRUCHÁNIK, R.; ŠVANČARA, J.; ZIMA P.; ZLOCHA, A.; KUNCA, A. *Trvalo udržateľné obhospodarovanie lesov*. Zvolen : Národné lesnícke centrum vo Zvolene, 2016. 290 s. ISBN 978-80-8093-226-8.

COOMES, D.A.; ALLEN, R.B. Mortality and tree-size distributions in natural mixed-age forests. *Journal of Ecology*. 2007, vol. 95, s. 27-40.

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

DROBNÍK, J.; DVOŘÁK, P. *Lesní zákon: komentář*. 1. vyd. Praha : Wolters Kluwer Česká republika, 2010. 304 s. ISBN 978-80-7357-524-3.

EMBORG, J. et al. The structural dynamics of Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest. *Forest Ecology and Management*. 2000, vol. 126, s. 173-189.

FERKL, V.; REMEŠ, J. *Klokočná: čtvrt století poznatků, zkušeností a výsledků z nepasečného hospodaření, založeného na způsobu výběrných těžeb*. 1.vyd.– Praha : Česká zemědělská univerzita , 2015. 38 s. ISBN 978-80-213-2564-7.

FONTES, L.; BONTEMPS, J. D.; BUGMANN, H.; VAN OIJEN, M., GRACIA, C.; KRAMER, K.; LINDNER, M.; RÖTZER, T.; SKOVSGAARD, J. P. Models for supporting forest management in a changing environment. *Forest Systems*. 2010, vol. 19, s. 8-29. ISSN 1131-7965.

FRANKLIN, J.F. Towards a new forestry. *American Forests*. 1989, vol. 95, no.11/12, s. 37-44.

FRIČ, J. Pěstění lesů; Pěstění kmenoviny. In *Malá encyklopedie lesnictví. I*. Písek : Čes matice lesnická, 1946. s. 504-510.

HALAJ, J. et al. *Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR*. 1. vyd. Bratislava : Príroda 1987. 361 s.

HEGER, A. *Die Sicherung des Fichtenwaldes gegen Sturmschäden*. Radebeul – Berlin, 1948. Český překlad: Ochrana smrčín proti škodám větrem. Praha, 1957. 96 s.

HELLIWELL, D. R. Dauerwald. *Forestry*. 1997., vol. 70, no. 4, s. 375-379.

HLADÍK, M. Vývoj štruktúry a produkcie zmiešaného smrekovo-jedľovo-bukového porastu pri uplatňovaní zásad výberného hospodárskeho spôsobu. *Acta Facultatis Forestalis*. 1992, vol. 34, s. 205-221.

HOLEKSA, J.; SANIGA, M.; SZWAGRZYK, J.; CZERNIAK, M.; STASZYŃSKA, K.; KAPUSTA, P. A giant tree stand in the West Carpathians - an exception or a relic of formerly widespread mountain European forests?. *Forest Ecology and Management*. 2009, vol. 257, s. 1577–1585.

KALOUSEK, F.; FOLTÁNEK V. *Přestavba smrkových monokultur a její ekonomické aspekty*. Brno : Mendelova univerzita, 2010. 168 s. ISBN 978-80-7375-466-2.

KANTOR, P. et al. *Pěstění lesů skripta*. Učební text. 2013. 153 s.

- KOBLÍŽEK, J. *Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků*. Tišnov : Sursum, 2006. 729 s. ISBN 80-7323-117-4.
- KORPEL, Š.; SANIGA, M. *Príroda blízke pestovanie lesa*. Zvolen : ÚPVVPLH, 1995. 158 s.
- KORPEL, Š.; SANIGA, M. *Výberkový hospodársky spôsob*. Písek : Matica lesnická, 1993, 127 s.
- KOŠULIČ, M. *Cesta k přirozenému hospodářskému lesu*. 1. vyd. Brno : FSC ČR, o.s., 2010. 452 s. ISBN 978-80-254-6434-2.
- KOZEL, J. *Převod holosečného hospodářského způsobu na způsob výběrný*. Disertační práce. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a enviromentální, katedra pěstování lesů, 2006, 172 s.
- KUPER, J.H. Uneven ages in silviculture. *Continuous Cover Forestry Croup Newsletter*. 1997, vol. 10, s. 8-9.
- LINDMAYER, D.B.; MARGULES, C.R.; BOTKIN, D.B. Indicators of biodiversity for ecological sustainable forest management. *Conservation Biology*. 2000, vol. 14, no. 4, s. 941-950.
- MALCOLM, D.C.; MASON, W.; CLARKE, G.C.; The transformation of conifer forests in Britain – regeneration, gap size and silvicultural systems. *Forest Ecology and Management*. 2001, vol.151, no. 1, s. 7-23.
- MARUŠÁK, R.; KAŠPAR, J. *Hospodářská úprava lesů II*. 1. vyd. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2016. 120 s. ISBN 978-80-213-2617-0.
- METZ, J.; ANNIGHÖFER, P.; SCHALL, P.; ZIMMERMANN, J.; KAHL, T.; SCHULZE, ED.; AMMER, C. Site-adapted admixed tree species reduce drought susceptibility of mature European beech. *Global Change Biology*. 2016, vol. 22, no. 2, s. 903-920.
- MÍCHAL, I. *Obnova ekologické stability lesů*. 1. vyd. Praha : Academia, 1992. 169 s. ISBN 80-85368-23-4.
- MÍCHAL, I.; PETŘÍČEK, V. *Péče o chráněná území II. Lesní společenstva*. Praha : AOPK ČR, 1999. 713 s. ISBN 80-86064-14-X.

NILSSON, S.G.; NIKASSON, M.; HEDIN, J.; ARONSSON, G.; GUTOWSKI, J.M.; LINDER, P.; LJUNGBERG, H.; MIKUSIŃSKI, G.; RANIUS, T. Densities of large living and dead trees in old-growth temperate and boreal forests. *Forest Ecology and Management*. 2002, vol. 161, no. 1-3, s. 189-204.

NOSS, R. F. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology*. 1990, vol. 4, no. 4, s. 355-364.

O'HARA, K. L. What is close-to-nature silviculture in a changing world?. *Forestry*. 2016, vol. 89, s. 1-6.

O'HARA, K.L. The silviculture of transformation – a commentary. *Forest Ecology and Management*. 2001, vol. 151, no. 1/3, s. 81-86.

PAFFETTI, D.; TRAVAGLINI, D.; BUONAMICI, A.; NOCENTINI, S.; VENDRAMIN, G.G.; GIANNINI, R.; VETTORI, C. The influence of forest management on beech (*Fagus sylvatica* L.) stand structure and genetic diversity. *Forest Ecology and Management*. 2012, vol. 284, s. 34-44.

PETRÁŠ, R.; MECKO J. Rastový a produkčný potenciál douglasky na Slovensku. In *Pěstování nepůvodních dřevin*. Kroměříž : ČLS, 2008. , s. 59-64. ISBN 978-80-02-02038-7.

PETRÁŠ, R.; PAJTÍK, J. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*. 1991, vol. 1, s. 49–56.

PICARD, N.; GASPAROTTO, D. Liocourt's law for tree diameter distribution in forest stands. *Annals of Forest Science*. 2016, vol. 73, s. 751-755.

POLANSKÝ, B. et al. *Pěstění lesů III. Speciální pěstění lesů*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1956. 595 s.

POLANSKÝ, B. et al. *Pěstění lesů*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1966. 514 s.

POLENO, Z. et al. *Pěstování lesů II.: Teoretická východiska pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 2007. 463 s. ISBN 978-80-7084-656-8. POLENO, Z. *Výběr jednotlivých stromů k obnovní těžbě v pasečném lese*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 1999. 127 s. ISBN 80-86386-01-5.

POLENO, Z. Způsoby hospodaření ve vysokokmenném lese. *Lesnictví – Forestry*. 1998, vol. 44, no. 12, s. 561-575.

POMMERENING, A. Approaches to quantifying forest structures. *Forestry*. 2002, vol. 75, no. 3, s. 305-324.

PRETZSCH, H. Analysis and modeling of spatial stand structures. Methodological considerations based on mixed beech-larch stands in Lower Saxony. *Forest Ecology and Management*. 1997, vol. 97, no. 3, s. 237-253. REININGER, H. *Hospodaření v lesích kláštera Schlögl – Těžba cílových tloušťek anebo výběr v lese věkových tříd*. Praha : MZe ČR, 1997, 120 s.

RÉH, J. Technika pestovania lesa vo výbernej sústave hospodárenia. In VYSKOT, M. et al. (ed.) *Pěstění lesů*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1978, s. 360-412.

REINIGER, H. *Das Plenterprinzip, oder, Die Überführung des Altersklassenwaldes*. Stocker, Graz : Stocker, 2000. 238 s. ISBN 978-3702008741.

REMEŠ, J. Development and present state of close-to-nature silviculture. *Journal of Landscape Ecology*. 2018, vol. 11, no. 3, s. 17-32. ISSN: 1805-4196.

REMEŠ, J. Development and present state of close-to-nature silviculture. *Journal of Landscape Ecology*. 2018, vol. 11, no. 3, s. 17-32. ISSN: 1805-4196.

REMEŠ, J.; KOZEL, J. 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.

RUBIN, B.D.; MANION, P.D.; FABER-LANGENDEONL, D. Diameter distributions and structural sustainability in forests. *Forest Ecology and Management*. 2006, vol. 222, no. 1, s. 427-438.

SAMEC, P.; TUČEK P. *Modelování růstových podmínek lesů v České republice*. 2. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci pro katedru geoinformatiky, 2012. 310 s. ISBN 978-80-244-3306-6.

SANIGA, M. *Pestovanie lesa*. Zvolen : TU, 2010. 326 s. ISBN 978-80-228-1986-2.

SANIGA, M. Štruktúra a regeneračné procesy výberného lesa v oblasti Oravských Beskýd. *Lesnictví-Forestry*. 1997, vol. 43, no. 3, s. 97- 103. SANIGA, M.; BRUCHÁNIK, R. *Prírode blízke obhospodarovania lesa*. Zvolen : NLC, 2009, 104 s.

SANIGA, M.; SZANYI, O. *Modely výberkových lesov vo vybraných lesných typoch a geografických celkoch Slovenska*. Vedecká štúdie TU 4/A. 1. vyd. Zvolen : Technická univerzita Zvolen, 1998. 48 s. ISBN 80-22807-16-8.

SANIGA, M.; VENCURIK, J.; KANTOR, P.; ŽIHLAVNÍK, A. *Dynamika štruktúra a regeneračné procesy lesov v rôznej fáze prebudovy na výberkový les v LHC Korytnica*. Vedecké štúdie 1/2007/A. Zvolen : Technická univerzita Zvolen, 82 s. ISBN 978-80-228-1747-9.

SHANNON, C.; WEAVER W. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: The University of Illinois Press, 1964. 125 s.

SCHÜTZ, J. P. Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures. *Forestry*. 2002, vol. 75, no. 4, s. 329-337.

SCHÜTZ, J. *Výběrné hospodářství a jeho různé formy*. Příbram : Nakladatelství Lesnické práce s. r. o., 2011. 159 s. SCHÜTZ, J.P.; POMMERENING, A. Can Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) sustainably grow in complex forest structures?. *Forest Ecology and Management*. 2013, vol. 303, s.175-183.

SCHÜTZ, J.P. Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. *Forest Ecology and Management*. 2001, vol. 151, no. 1/3, s. 87-94.

SIMON, J. et al. *Hospodářská úprava lesů*, Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2014. 214 s.

SIMON, J.; VACEK, S. *Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů*. 1. vyd. Brno : LDF MZLU, 2008., 126 s. ISBN 978-80-7375-131-9.

- SIMPSON E.H. Measurement of diversity. *Nature*. 1949, vol. 163, s. 688.
- SOUČEK, J.; TESAŘ, V. Metodika přestavby smrkových monokultur na přirozených stanovištích smíšených porostů. *Lesnický průvodce* 4/2008. Strnady – Jíloviště : VÚLHM, 2008. 47 s.
- SPIECKER, H.; HANSEN, J.; KLIMO, E.; SKOVSGAARD, J.P.; STERBA, H.; VON TEUFFEL, K. *Norway spruce conversion: options and consequences*. Leiden : Brill, 2004. 320 s. ISBN 90-04-13728-9.
- ŠACH, F. Převod lesa pasečného na les výběrný. *Lesnictví – Forestry*. 1996, vol. 42, s. 481-486.
- ŠMELKO, Š. *Dendrometria*. 2. vyd. Zvolen : Technická univerzita Zvolen, 2015. 401 s.
- ŠVEC, O. *Hodnocení kvalitativní produkce a kvalitativního přírůstu v porostech na LÚ Klokočná*. Disertační práce. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, katedra pěstování lesů, 2015. 230 s.
- ŠVEC, O.; BÍLEK, L.; REMEŠ, J.; VACEK, Z. Analysis of operational approach during forest transformation in Klokočná Range, Central Bohemia. *Journal of Forest Science*. 2015, vol. 61, s. 148-155.
- TESAŘ, V. *Lesnický slovník naučný 2. díl*. Praha : Mze, 1995. 683 s. ISBN 80-7084-131-1.
- TRUHLÁŘ, J. *Results of Conversions to the Selection Forest in the Masarykův les. Training Forest Enterprise*. *Lesnictví-Forestry*, 41, 1995 (3), s. 97-107.
- ÚRADNÍČEK L. et al. *Dřeviny České republiky*. Písek : Matice lesnická, 2001. 367 s. ISBN 80-86271-09-9.
- VACEK, S. et al. *Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů*. Kostelec n. Černými lesy : Lesnická práce, s.r.o., 2007. 448 s.
- VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V. *Přírodě blízké lesní hospodářství v podmínkách střední Evropy*. Praha : ČZU, 2006. 74 s. ISBN 80-213-1561-X.

VACEK, S.; REMEŠ, J.; BÍLEK, L.; PODRÁZSKÝ, V.; VACEK, Z.; ŠTEFANČÍK, I.; BALÁŠ, M. *Pěstování přírodě blízkých lesů*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2015. 153 s. ISBN 978-80-213-2785-6.

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

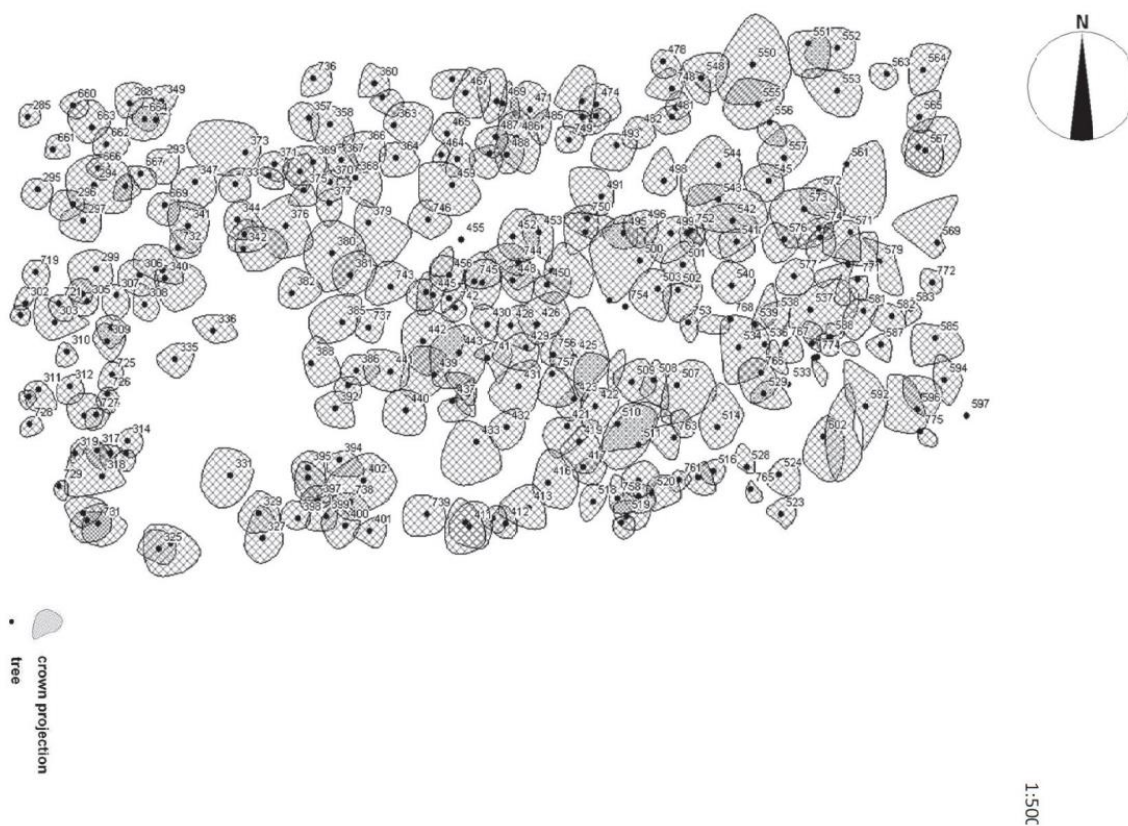
VYSKOT, M. et al. *Základy růstu a produkce lesů*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1971. 440 s

VYSKOT, M.; RÉH, J. *Pěstění účelových lesů*. Brno : VŠZ v Brně, 1983. 217 s.

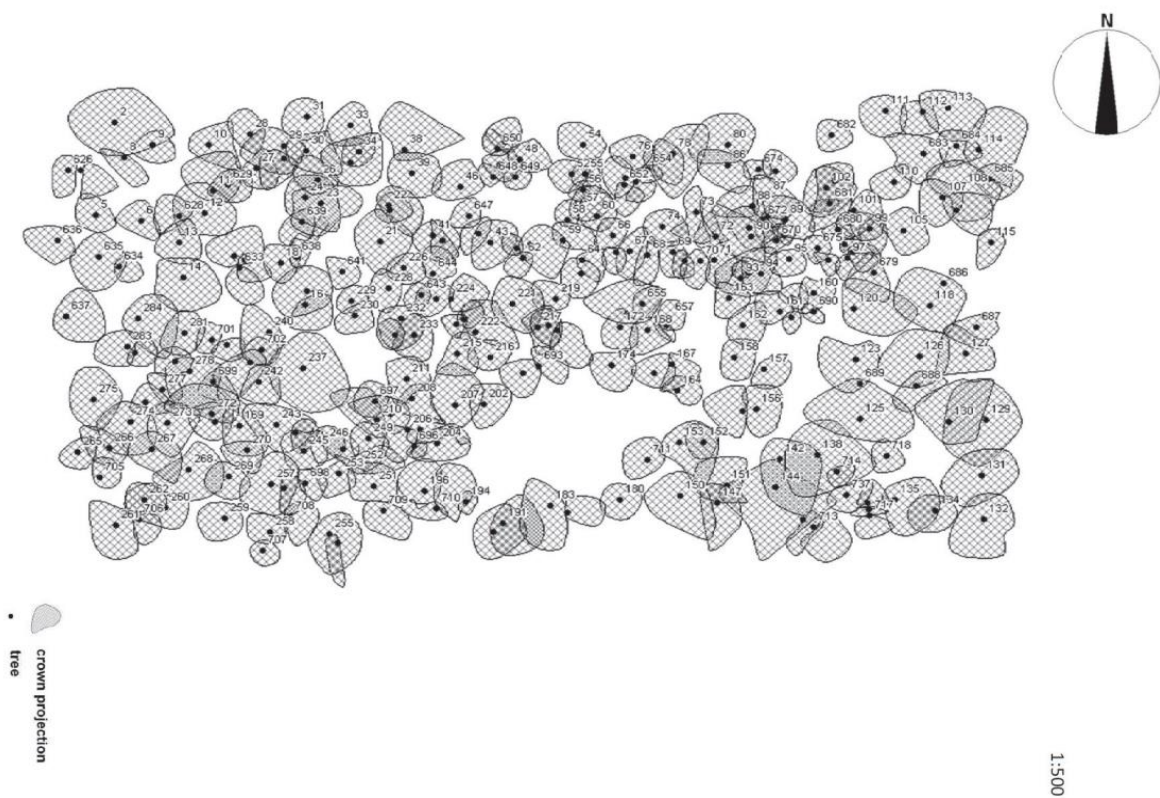
ZAKOPAL, V. Zachycení dalších tvarů výběrného lesa u nás. *Sborník ČSAZV- Lesnictví*. 1960, vol. 6, no. 33/3, s. , 181-200.

10. ZOZNAM PRÍLOH

- Obrázok 1: Korunové projekcie stromov na plochách v roku 2010 na ploche č. 1 (zdroj: Bílek, Remeš 2012) 73
- Obrázok 2: Korunové projekcie stromov na plochách v roku 2012 na ploche č. 2 (zdroj: Bílek, Remeš 2012)..... 74



Obrázok 1: Korunové projekcie stromov na plochách v roku 2010 na ploche č. 1 (zdroj: Bílek, Remeš 2012)



Obrázok 2: Korunové projekcie stromov na plochách v roku 2012 na ploche č. 2 (zdroj: Bílek, Remeš 2012)