

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra pěstování lesů



**Vliv druhové skladby na strukturu a produkci smrkobukových
porostů v západních Krkonoších**

Effect of the tree species composition on the structure and production of
spruce-beech forest stands in the western Krkonoše Mountains

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Pavel Pudlo

Vedoucí diplomové práce: Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

Praha 2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Pavel Pudlo

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

Vliv druhové skladby na strukturu a produkci smrkobukových porostů v západních Krkonoších

Název anglicky

Effect of the tree species composition on the structure and production of spruce-beech forest stands in the western Krkonoše Mountains

Cíle práce

Získat poznatky o struktuře, stabilitě a produkci autochtonních smrkobukových porostů v I. zóně NP Krkonoše s akcentem na druhové složení lesních ekosystémů.

Metodika

- Rozbor problematiky struktury a vývoje smrkobukových, bukosmrkových a smrkových porostů v ČR obecně se zaměřením na klimaxové dřeviny v Krkonoších.
- Charakteristika zájmové oblasti Krkonoše a I. zóny NP Bažinky včetně stanovištních a porostních poměrů.
- Výběr a charakteristika trvale výzkumných ploch na lokalitě Bažinky s různým zastoupením buku lesního a smrku ztepilého.
- Standardní biometrická měření všech jedinců stromového patra na TVP.
- Aplikace standardních biometrických a matematicko-statistických metod.
- Vyhodnocení struktury a produkce TVP na lokalitě Bažinky se zaměřením na stabilitu porostů, vliv druhové skladby a přírodě blízký management.

Doporučený rozsah práce

Minimálně 50 stran textu.

Klíčová slova

struktura a dynamika porostů, smíšené lesy, autochtonní porosty, diverzita, přírodě blízký management, NP Krkonoše

Doporučené zdroje informací

- Králíček, I., Vacek, Z., Vacek, S., Remeš, J., Bulušek, D., Král, J., Štefančík, I., Putalová, T. (2017): Dynamics and structure of mountain autochthonous spruce-beech forests: impact of hilltop phenomenon, air pollutants and climate. *Dendrobiology*, 77: 119-137.
- Poleno Z., Vacek, S. et al. (2007): Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 464 s.
- Poleno Z., Vacek, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 952 s.
- Poleno Z., Vacek, S. et al. (2011): Pěstování lesů I. Ekologické základy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 320 s.
- Sharma, R. P., Vacek, Z., Vacek, S. (2016): Modeling individual tree height to diameter ratio for Norway spruce and European beech in Czech Republic. *Trees*, 30(6): 1969-1982.
- Vacek, S., Prokůpková, A., Vacek, Z., Bulušek, D., Šimůnek, V., Králíček, I., Prausová, R., Hájek, V. (2019): Growth response of mixed beech forests to climate change, various management and game pressure in Central Europe. *Journal of Forest Science*, 65: 331-345.
- Vacek S., Simon J., Remeš, J. et al. (2007): Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 2007, 447 s.
- Vacek S., Vacek Z., Schwarz O. et al. (2010): Struktura a vývoj lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 567 s.
- Vacek, Z., Vacek, S., Slanař, J., Bílek, L., Bulušek, D., Štefančík, I., Králíček, I., Vančura, K. (2019): Adaption of Norway spruce and European beech forests under climate change: from resistance to close-to-nature silviculture. *Central European Forestry Journal*, 65: 129-144.
-

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Konzultant

Ing. Anna Prokůpková

Elektronicky schváleno dne 13. 12. 2019

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 07. 06. 2020

Čestné prohlášení

Tímto prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma Vliv druhové skladby na strukturu a produkci smrkobukových porostů v západních Krkonoších vypracoval zcela samostatně, a to pouze s použitím literárních pramenů, které náležitě cituji v seznamu použité literatury.

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

V Praze dne 14. 6. 2020

Bc. Pavel Pudlo

.....

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucímu práce Ing. Zdeňku Vackovi, Ph.D. za konzultace a cenné rady při zpracovávání práce. Rovněž děkuji své rodině a přátelům za morální podporu, trpělivost a pochopení, kterou mi po celou dobu studia poskytovali.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá vlivem druhové skladby na strukturu a produkci smrkobukových porostů v západních Krkonoších. Cílem této práce bylo zhodnocení produkčního potenciálu, struktury a diverzity na lokalitě Bažinky na deseti trvale výzkumných plochách (TVP) o rozměrech 25×25 m, které byly následovně rozděleny podle jednotlivého smíšení buku lesního (BK; *Fagus sylvatica* L.) a smrku ztepilého [SM; *Picea abies* (L.) Karst.]: BK 100 %, SM 100 %, BK 25 % a SM 75 %, BK 50 % a SM 50 %, BK 25 % a SM 75 %. Následně byla provedena analýza dat na TVP, kde u stromového patra byly zhodnoceny strukturální a růstové parametry, produkce, horizontální a vertikální struktura a celková biodiverzita. Z výsledků vyplývá, že hustota studovaných porostů se pohybovala v rozmezí 160–304 stromů.ha⁻¹ ve věku 234 let. Nejvyšší kruhová základna ($G = 55 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) a porostní zásoba ($V = 612 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) byla naměřena ve smíšených porostech se zastoupením SM 75 % a BK 25 % a následně u varianty SM 50 % a BK 50 % ($G = 52 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, $V = 528 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). Nejnižší produkce byla zjištěna u 100 % zastoupení BK ($G = 29 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, $V = 342 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). Z hlediska stability byl zjištěn nejnižší štíhlostní koeficient u varianty SM 50 % a BK 50 % (41), naopak nejvyšší u 100 BK % (62). Z hlediska prostorové distribuce byla horizontální struktura porostů ve většině případů agregovaná až náhodná. Vyšší vertikální struktura porostu byla zjištěna u smíšených variant při porovnání s monokulturami SM a BK, podobně jako u strukturální diferenciacce porostu. Celkově: nejvyšší komplexní diverzita byla zjištěna u varianty SM 25 % a BK 75 % ($B = 5,5$) a následně SM 50 % a BK 50 % ($B = 4,8$), naopak nejnižší diverzita byla vypočtena u SM ($B = 3,4$) a BK ($B = 3,8$) monokultur. Jak z hlediska produkce tak i celkové stability a diverzity porostů vyplývá, že jako nejvhodnější varianta se v obdobných stanovištních a porostních podmínkách jeví pěstování smíšených smrkobukových porostů s vyšším podílem SM (oproti monokulturám) s podporou vtroušených dřevin, zejména jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) a javoru klenu (*Acer pseudoplatanus* L.).

Klíčová slova: struktura a dynamika porostů, smíšené lesy, autochtonní porosty, diverzita, přírodě blízký management, Krkonošský národní park

Abstract

The diploma thesis deals with the effect of tree species composition on the structure and production of spruce-beech stands in the western Krkonoše Mountains. The objective of this work was to evaluate the production potential, structure and diversity of forests in the Bažinky locality on ten permanent research plots (PRP) of size 25×25 m, which were subsequently divided according to individual mixing of European beech (EB; *Fagus sylvatica* L.) and Norway spruce [NS; *Picea abies* (L.) Karst.]: EB 100%, NS 100%, EB 25% and NS 75%, EB 50% and NS 50%, EB 25% and NS 75%. Subsequently, the data were analyzed on PRP, where the structural and growth parameters, production, horizontal and vertical structure and overall biodiversity of the tree layer were evaluated. The results show that the tree density of the studied stands ranged from 160 to 304 trees.ha⁻¹ at the age of 234 years. The highest basal area (G - 55 m².ha⁻¹) and stand volume (V - 612 m³.ha⁻¹) were measured in mixed stands with a representation of NS 75% and EB 25% and subsequently in the variant of NS 50% and EB 50 % (G - 52 m².ha⁻¹, V - 528 m³.ha⁻¹). The lowest production was found in the variant of EB 100% (G - 29 m².ha⁻¹, V - 342 m³.ha⁻¹). In terms of stability, the lowest slenderness coefficient was in the variant of EB 50% and NS 50% (41), while the highest in 100% EB (62). In terms of spatial distribution, the horizontal structure of stands was in most cases aggregated to random. A higher vertical structure of stands was found in mixed variants in comparison with NS and EB monocultures, similarly such as the structural differentiation of the stands. Overall, the highest complex diversity was found in the variant of NS 25% and EB 75% (B - 5.5), followed by NS 50% and EB 50% (B - 4.8), while the lowest diversity was calculated in NS (B - 5.5) 3,4) and EB (B - 3,8) monocultures. In term of production as well as the overall stability and diversity of forest stands, the silviculture of mixed spruce-beech stands with a higher proportion of spruce (compared to monocultures) with the support of admixed tree species, especially silver fir (*Abies alba* Mill.) and sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.), seems to be the most suitable variant in similar habitat and stand conditions.

Keywords: structure and dynamics of stands, mixed forests, autochthonous stands, diversity, close-to-nature management, Krkonoše Mts. National Park

Obsah

1. Úvod.....	14
2. Cíl práce.....	16
3. Rozbor problematiky	17
3.1. Struktura lesa	17
3.1.1. Věková struktura lesních porostů.....	18
3.1.2. Prostorová struktura lesních porostů	19
3.1.3. Druhová skladba lesních porostů.....	20
3.1.4. Genetická struktura lesních porostů	20
3.2. Dynamika lesních ekosystémů.....	21
3.2.1. Obecné zákonitosti vývoje lesů.....	21
3.2.2. Vývojové cykly lesa.....	22
3.3. Dynamika přírodních lesů.....	23
3.3.1. Boreální zóny.....	24
3.3.2. Mírné klimatické zóny	24
3.3.3. Extrémní stanoviště	25
3.4. Monokulturní lesy	26
3.5. Smíšené lesy.....	27
3.6. Přírodě blízké hospodaření	28
3.6.1. Přírodě blízký les	29
3.6.2. Hospodářská úprava přírodě blízkých lesů.....	29
3.6.3. Smíšené porosty buku, smrku a jedle.....	30
3.6.4. Smrkové porosty.....	31
3.6.5. Bukové porosty	31
3.7. Popis dřevin	32
3.7.1. Smrk ztepilý [<i>Picea abies</i> (L.) Karst.].....	32

3.7.2.	Buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i> L.).....	34
3.7.3.	Jedle bělokora (<i>Abies alba</i> Mill.).....	36
3.7.4.	Javor klen (<i>Acer pseudoplatanus</i> L.)	37
3.7.5.	Jeřáb ptačí (<i>Sorbus aucuparia</i> L.).....	38
4.	Materiál a metodika.....	40
4.1.	Charakteristika zájmového území	40
4.1.1.	Krkonošský národní park	40
4.2.	Trvale výzkumné plochy – lokalita Bažinky	46
4.2.1.	Sběr dat	51
4.2.2.	Analýza dat.....	52
5.	Výsledky.....	54
5.1.	Produkce porostu	54
5.2.	Tloušťková a výšková struktura.....	56
5.3.	Biodiverzita.....	60
5.4.	Interakce mezi produkcí, diverzitou, strukturou a dřevinami.....	67
6.	Diskuze	70
7.	Závěr.....	74
8.	Použitá literatura,	75

Seznam obrázků

Obrázek 1: Soubor lesních typů v PLO 22 (Zdroj: uhul.cz – OPRL).....	45
Obrázek 2: Zastoupení souborů lesních typů v PLO 22 (Zdroj: uhul.cz – OPRL)	46
Obrázek 3: Lokalizace zájmové oblasti I. zóny Krkonošského národního parku – Bažinky (Zdroj: mapy.cz).....	47
Obrázek 4: Výzkumná plocha Bažinky se zastoupením SM 50 %, BK 50 % (Zdroj: autor práce).....	48
Obrázek 5: Výzkumná plocha Bažinky se zastoupením SM 75 %, BK 25 % (Zdroj: autor práce).....	49
Obrázek 6: Výzkumná plocha Bažinky se zastoupením SM 75 %, BK 25 % (Zdroj: autor práce).....	49
Obrázek 7: Výzkumná plocha Bažinky se zastoupením SM 100 % (Zdroj: autor práce).....	50
Obrázek 8: Výzkumná plocha Bažinky se zastoupením BK 75 %, SM 25 % (Zdroj: autor práce).....	50
Obrázek 9: Výzkumná plocha Bažinky se zastoupením BK 100 % (Zdroj: autor práce).....	51
Obrázek 10: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně dle variant druhového složení.....	57
Obrázek 11: Závislost výšky stromů na jejich výčetní tloušťce diferencovaně dle variant dřevin.....	58
Obrázek 12: Závislost štíhlostního koeficientu na výčetní tloušťce diferencovaně dle variant dřevin.....	60
Obrázek 13: Vizualizace vertikální a horizontální struktury bukového porostu s vtroušeným javorem klenem na TVP 1 (varianta 100 % BK) v roce 2019.	61
Obrázek 14: Vizualizace vertikální a horizontální struktury bukového porostu na TVP 2 (varianta 100 % BK) v roce 2019.....	62
Obrázek 15: Vizualizace vertikální a horizontální struktury smrkového porostu s vtroušeným jeřábem ptačím na TVP 3 (varianta 100 % SM) v roce 2019.	62
Obrázek 16: Vizualizace vertikální a horizontální struktury smrkového porostu na TVP 4 (varianta 100 % SM) v roce 2019.	63

Obrázek 17: Vizualizace vertikální a horizontální struktury bukového porostu s příměsí smrku a vtroušenou jedlí bělokorou na TVP 5 (varianta 25 % SM a 75 % BK) v roce 2019.....	63
Obrázek 18: Vizualizace vertikální a horizontální struktury bukového porostu s příměsí smrku a vtroušenou jedlí bělokorou na TVP 6 (varianta 25 % SM a 75 % BK) v roce 2019.....	64
Obrázek 19: Vizualizace vertikální a horizontální struktury bukosmrkového porostu na TVP 7 (varianta 50 % SM a 50 % BK) v roce 2019.	64
Obrázek 20: Vizualizace vertikální a horizontální struktury bukosmrkového porostu na TVP 8 (varianta 50 % SM a 50 % BK) v roce 2019.	65
Obrázek 21: Vizualizace vertikální a horizontální struktury smrkového porostu s příměsí buku na TVP 9 (varianta 75 % SM a 25 % BK) v roce 2019.....	65
Obrázek 22: Vizualizace vertikální a horizontální struktury smrkového porostu s příměsí buku na TVP 10 (varianta 75 % SM a 25 % BK) v roce 2019.....	66
Obrázek 23: Ordinační diagram zobrazující výsledky PCA závislosti mezi variantami druhového složení (SM 100 %, SM 75 % a BK 25 %, SM 50 % a BK 50 %, SM 25 % a BK 75 %, BK 100 %), porostními charakteristikami (Výška, Tloušťka, Počet stromů, Zásoba, Kruhová základna, Štíhlostní kvocient, Zakmenění, Zápoj), strukturou a diverzitou (A – Arten-profil index, R – agregační index, TM_d – tloušťková diferenciace, TM_h – výšková diferenciace, K – korunová diferenciace, B – celková porostní diverzita); symboly znázorňují ■ varianty druhového složení a ● trvale výzkumné plochy.....	68

Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled indexů popisujících strukturu porostu a jejich interpretace.	52
Tabulka 2: Základní porostní charakteristiky sdruženého porostu na trvale výzkumných plochách 1-10 v roce 2019 diferencovaně dle variant druhového složení.....	54
Tabulka 3: Základní ukazatelé strukturální a celkové diverzity sdruženého porostu na trvale výzkumných plochách 1-10 v roce 2019 diferencovaně dle variant druhového složení.	61

Seznam zkratek

A (Pi): Arten – profil index

B (J&Di): Porostní diverzita

BK: buk lesní

CC: stupeň zápoje

CPA: plocha korunových projekcí

dbh: průměrná výčetní tloušťka kmene

f: výtvarnice

G: kruhová základna

h: průměrná výška stromů

HDR: štíhlostní koeficient

K (J&Di): korunová diferenciacie

KRNAP: Krkonošský národní park

LVS: lesní vegetační stupně

N: počet stromů

NP: národní park

R (C&Ei): Agregáčnı́ index

S (J&Di): Vertikální diverzita

SDI: zakmenění

SM: smrk ztepilý

š.k.: štíhlostní koeficient

TMd (Fi): Tloušťková diferenciacie

TMh (Fi): Výšková diferenciacie

TVP – trvale výzkumná plocha

v: objem středního kmene

V: zásoba porostu

1. Úvod

Les pro člověka vždy byl a bude zdrojem obživy a má pro nás velmi důležitou funkci. Nejdůležitější jsou funkce produkční a mimoprodukční. Do funkce produkční patří dříví, zvěř a plody a do funkce mimoprodukční, která má nejen veliký význam pro člověka, ale i pro přírodu, patří funkce vodoochranná, půdoochranná, zdravotní, hygienická a klimatická. Les se dělí do kategorií na lesy ochranné, zvláštního určení, hospodářské a pod vlivem imisí. Krkonošský národní park má všechny tyto kategorie. Les ochranný je například právě vysokohorský les pod hranicí stromové vegetace, nebo lesy v klečovém vegetačním stupni, či lesy na mimořádně nepříznivých stanovištích. Právě trvalé výzkumné plochy v této diplomové práci jsou poblíž horní hranice lesa, v nadmořské výšce 990 – 1045 m n.m., v I. zóně národního parku. Mezi lesy zvláštního určení patří právě i národní parky a přírodní rezervace. Samozřejmě v Krkonošském národním parku jsou i lesy hospodářské a lesy pod vlivem imisí.

Lesní porosty Krkonoš pokrývají 80 % z celkové plochy Krkonoš a nachází se zde přibližně 80 druhů dřevin. Vzhled a druhové bohatství krkonošských lesů se mění nejen se vzrůstající nadmořskou výškou, ale i s historií působení člověka. Druhové a prostorové složení se však v průběhu několika staletí měnilo, a to v důsledku dolování a zpracování rud, ale také těžby dřeva pro potřebu skláren a výroby dřevěného uhlí, nebo kutnohorských dolů. V 18. až 19. století se objevilo budní hospodářství, které mělo za účel ekonomické zhodnocení horské půdy. Zejména v nižších polohách hor mizely smíšené lesy, které nahrazovaly buď smrkové monokultury, nebo louky, pastviny a pole (FLOUSEK et al. 2007).

Přes všechny zásahy člověka zde smíšené lesy zůstaly dodnes a postupem času s příchodem nových opatření, jako je například vyrovnaná výše těžeb či vyhlášení ochranné zóny NP a CHKO, se ještě rozšiřovaly. Díky jejich existenci můžeme činit porovnání oproti monokulturám. Smíšené porosty hrají významnou roli, a to z hlediska stability, diverzity a produkce. Právě stabilita smíšených lesů je nejvýznamnější v současné době, jelikož jsou odolné vůči probíhajícím klimatickým změnám, které mají za následek abiotické činitele, např. (sucho, vítr,

sníh), a v důsledku toho i činitele biotické, jako jsou například lýkožrout smrkový, lýkožrout severský, piložítka smrková).

2. Cíl práce

Cílem této diplomové práce bylo zhodnocení vlivu druhové skladby na strukturu a produkci smrkobukových porostů v západních Krkonoších. V první části práce je pojednáván především rozbor struktury a dynamiky lesních ekosystémů, popis smíšených lesů a monokultur, přírodě blízkého hospodaření a ekologických nároků vyskytujících se dřevin.

V druhé části práce se jedná o popis zájmového území Krkonoš a charakteristiku trvale výzkumných ploch (TVP) v I. zóně Krkonošského národního parku na lokalitě Bažinky. Analýza dat na trvale výzkumných plochách byla provedena v programech Microsoft Excel, Sibyla, PointPro a Canoco.

Ve třetí stěžejní části práci bylo hlavními cíli zhodnocení struktury a produkce porostů na 10 TVP o rozměrech 25×25 m rozdělených podle jednotlivého smíšení buku lesního (BK; *Fagus sylvatica* L.) a smrku ztepilého [SM; *Picea abies* (L.) Karst.]: BK 100 %, SM 100 %, BK 25 % a SM 75 %, BK 50 % a SM 50 %, BK 25 % a SM 75 %. U stromového patra byly podrobně zhodnoceny strukturální a růstové parametry, produkce, horizontální a vertikální struktura a celková biodiverzita. Získané výsledky byly následně porovnány s českou i zahraniční literaturou.

3. Rozbor problematiky

3.1. Struktura lesa

U analýzy rostlinných populací nelze očekávat, že jedinci stejnověkové populace si budou navzájem rovnocenní. Lišit se mohou například v tvorbě biomasy a rychlosti růstu. Mohou se lišit i fází ontogenetického vývoje, ku příkladu někteří jedinci jsou ještě ve vegetativní fázi a jiní v generativní fázi. Složitější situace je u populací, které jsou tvořeny nestejně starými jedinci. Jedná se o jedince, kteří jsou například v rozsahu dvou a více let, nebo po případě desítek až set let, jako je to u populací lesních dřevin.

Strukturu populací lze zjišťovat:

- jednorázově v určitém časovém bodě, kdy se stanoví tzv. statická struktura. Používá se především u populací dlouhověkých rostlin (dřevin). Prakticky není možné sledovat změny populace v průběhu celého životního cyklu;
- průběh celého životního cyklu populace, vytvoří se tzv. dynamická struktura (SLAVÍKOVÁ 1986).

Statickou strukturu v určitém časovém bodě lze u populace analyzovat tak, že se zjišťují frekvence (počty) jedinců populace v jednotlivých kategoriích. Kategorie se volí podle některé důležité charakteristiky a nazývají se třídy. Základním kritériem, které je důležité pro účely analýzy struktury nestejnověkové populace, může být věk jedinců. V tomto případě se jedná o věkovou strukturu. Jedinci populace se rozdělí dle stáří do věkových tříd a zjistí se frekvence jedinců v těchto třídách. Tímto způsobem lze stanovit i prostorová struktura populace. Musíme si zvolit například jako kritérium velikost (růst) jedinců v populaci, nebo strukturu ontogenetickou, to ale v případě analyzujeme populaci z hlediska fází vývoje jedinců. U stabilní věkové struktury populace dřevin převažuje frekvence (podíl) jedinců v nejmladší věkové třídě. V opačném případě, kdy je v této třídě nízká frekvence, je populace na ústupu (VACEK, S. et al. 2010).

V lesnictví se používá analýza věkové skladby k posouzení stavu přirozenosti porostu a jeho autoregulace z hlediska jeho přirozené obnovy (VACEK, S. 1981). U lesních porostů se studuje buď u souboru všech dřevin dohromady, popřípadě odděleně u jednotlivých druhů dřevin, a to podle zaměření a praktického cíle. Tato analýza přináší podklady pro hodnocení vyváženosti lesa v jednotlivých věkových třídách, též ukazuje na možnosti přirozené obnovy lesa (VACEK, S. et al. 2010).

Při analýze dynamické struktury populace se na rozdíl od struktury statické sledují změny v průběhu celého životního cyklu, tím je myšleno od vyklíčení až po úhyn. Sledování je prováděno v určitých časových intervalech, tj. dnů, týdnů, měsíců. Tento způsob je prakticky možný nejlépe u dvouletých rostlin, tj. bylin (VACEK, S. et al. 2007).

Skladba porostu je dána jeho původem – vegetativním, autochtonním, alochtonním, semenným, druhovým složením, prostorovým, věkovým uspořádáním a genetickou skladbou (proveniencí) (VACEK, S. et al. 2010).

3.1.1. Věková struktura lesních porostů

Věková skladba porostu je charakterizována jeho věkovým členěním. Vyjadřuje se ve věkových stupních nebo třídách. Změny věkové skladby jsou důležité pro řízení vývoje porostu (KORPEL et al. 1991).

Nezákladnějším typem dělení věkové struktury porostu je dělení porostu na stejnověké a různověké. Věková skladba je důležitou populační charakteristikou, která ovlivňuje životnost i mortalitu. Věková skladba může ovlivnit také délku vývojového cyklu či života porostu (PRŮŠA 1985; VACEK, S. et al. 2007).

V porostech vzniklých z přirozené či umělé obnovy se rozlišuje 7 základních růstových fází:

- 1) nálet,
- 2) nárost a kultura odrostlá zajištěná,
- 3) mlazina,
- 4) tyčkovina,

- 5) tyčovina,
- 6) nastávající kmenovina,
- 7) vyspělá kmenovina.

Růstové fáze slouží pro plánování a realizaci pěstebních opatření, vyúsťující ve fázový pěstební výrobek (VACEK, S. et al. 2010).

3.1.2. Prostorová struktura lesních porostů

U prostorové struktury rozlišujeme směr horizontální a vertikální. Z hlediska horizontální struktury porostů se sleduje hustota, zakmenění a zápoj (stupeň zápoje, plocha korunových projekcí). Z hlediska vertikální struktury se jedná o tvorbu jednoho nebo více porostních pater a v jejich rámci porostních vrstev (VACEK, S. 1982; VACEK, S. et al. 2010). Při sloučení vertikální a horizontální struktury porostu vzniká porostní profil (VACEK, S. et al. 2018). U struktury horizontální se sleduje především hustota porostu, zápoj a zakmenění. Z hlediska vertikální struktury se sleduje tvorba jednoho nebo více porostních pater (etáží) a v jejich rámci porostních vrstev, nadále vzájemné uspořádání věkově a výškově rozdílných porostních skupin (VACEK, S. 1982). Strukturně bohaté lesy v porovnání s lesy, které jsou z hlediska struktury chudé, se vyznačují výrazně vyšší odolností vůči abiotickým a biotickým poruchám. V důsledku více využívaných postupů, jakým je přirozené zmlazení, nebo výběrové využívání lesa, které se zaměřuje na cílovou tloušťku kmene, se podíl lesů strukturně bohatých ve formě smíšených porostů dobře přizpůsobených svému stanovišti neustále zvyšuje (VACEK, S. et al. 2007).

Druhy zápoje:

- a) vertikální (prostorový) – koruny rozmístěny v rámci celého produkčního prostoru
- b) horizontální – koruny uspořádány v jedné vrstvě
- c) stupňovitý – koruny vytvářejí několik vrstev, jsou to dílčí vrstvy umístěné vedle sebe
- d) diagonální – přechod mezi různě vysokými jedinci je plynulý (korunový prostor se plynule zvyšuje, či snižuje) (VACEK, S. 2018).

Podle volnosti a těsnosti dotyku u korun, můžeme zápoj rozdělit na různé stupně zápoje. Zápoj je míra dotyku korun, pro každou dřevinu se v určitém věku a na daném stanovišti přirozeně vytvoří. Rozlišovány jsou následující stupně zápoje:

- a) stísněný (přehuštěný) – vzájemné pronikání, deformace korun
- b) dokonalý (úplný) – koruny se ovlivňují a dotýkají
- c) uvolněný – koruny se nedotýkají, ale zřetelně se ovlivňují
- d) volný – koruny se neovlivňují, nedotýkají, ale v korunové klenbě nevznikají mezery
- e) přerušovaný – chybí jeden až dva jedinci s průměrně velkými korunami
- f) mezernatý – pomístně vznikají mezery velikosti tří a více průměrně velkých korun (KORPEL et al. 1991)

3.1.3. Druhovú skladba lesních porostů

Druhovú (dřevinnú) skladba porostu je výčtem druhů dřevin a jejich zastoupení v porostu. Rozeznáváme porosty jehličnaté a listnaté. Jehličnaté porosty a listnaté porosty mohou být jak smíšené, tak mohou být i různorodé, nesmíšené či stejnorodé. Zastoupení dřevin v druhové skladbě se stanovuje jako plošný podíl jednotlivých dřevin v porostu. Vyjadřuje se buď v jednotkách absolutních, což je biomasa v m³, nebo kruhová základna v m², ale i v jednotkách relativních (%). Hlavní dřeviny, též základní, mají zastoupení větší než 30 %, přimíšené 10-30 % a vtroušené do 10 %.

Cílovú porostní (dřevinnú) skladba je druhová skladba na konci vývoje porostu. Je nutné jí dosáhnout hospodářským opatřením v období, kdy se porost vytváří a dospívá. Jde o zastoupení dřevin v mýtním věku (VACEK, S. et al. 2007).

3.1.4. Genetická struktura lesních porostů

Udržení stability lesních ekosystémů je jedním z klíčových momentů a proto je důležitá vhodná genetická skladba (struktura) populací lesních dřevin. Tato skladba je dána frekvencemi alel a genotypů lesních dřevin. V rámci adaptačního procesu dochází ke změně ekologických podmínek na základě působení

mikroevolučních faktorů. Těmito faktory v přirozených populacích jsou přirozená selekce, mutace, izolace, migrace a náhodné změny. V lesích hospodářských vstupuje do hry lesník s umělou selekcí, šlechtitelským procesem a přenosy reprodukčního materiálu lesních dřevin. K pozitivnímu ovlivnění genetické struktury lesních dřevin za pomoci lesníka patří kvalifikované kombinování lesních procesů (PAULE 1992).

Dalo by se říci, že základním přístupem k trvale udržitelnému hospodářství je udržení vysoké genetické diverzity v populacích lesních dřevin a dále též udržení široké genetické variability používaného reprodukčního materiálu. K těmto účelům slouží využití autochtonních populací domácích druhů lesních dřevin, které by sloužily jako cesta pro hospodaření s přirozenou obnovou, nebo využití v šlechtění lesních dřevin (GÖMÖRY, LONGAUER 2014).

Důležitým faktorem stability lesních ekosystémů je jejich biodiverzita (biologická rozmanitost). Je důležité si uvědomit, že biodiverzita je obsahově složitý pojem a má několik úrovní: ekosystémovou, vnitrodruhovou (genetickou) a druhovou. Rozmanitost různých společenstev, jako jsou rostlinná a živočišná, spočívá v úrovni ekosystémové. Druhová diverzita, která je založena na bohatství rostlinných a živočišných druhů, je v případě lesních ekosystémů klíčová rozmanitost dendroflóry. Rámec genetické struktury populací jednotlivých druhů alel a genotypů, v případě lesních ekosystémů pak zvláště druhy lesních dřevin, je definován jako diverzita vnitrodruhová (MÍCHAL et al. 1992).

3.2. Dynamika lesních ekosystémů

3.2.1. Obecné zákonitosti vývoje lesů

Dynamiku lesních porostů chápeme jako stromové kohorty, které procházejí vývojovým cyklem od regenerace porostu a jeho zdárného odrůstání až přes dorůstání, dospělost, stárnutí, rozpad a zpět na začátek k obnově porostu (LEIBUNDGUT 1993). Podle PRETZSCH (2009), lze charakterizovat vývoj lesa jako odezvu na přírodní disturbance a antropogenní vlivy, v souvislosti zahrnující chování struktury a strukturálních změn v průběhu času. Pochopení dynamiky lesních ekosystémů bez zásahu člověka a v podmínkách přírody má zásadní

význam pro obhospodařování lesa přírodě blízkým způsobem. Přírodní stav lesa poskytuje pro člověka znalost spontánních vývojových procesů.

Vývojová stádia a fáze, které se jednotlivě střídají v rámci cyklu přírodního lesa, představují využívání produkčního a růstového prostoru s různou mírou a dynamikou. Toto střídání jednotlivých fází vede k výrazné změně vertikální a horizontální struktury v průběhu vývojového cyklu (GRATZER et al. 2004).

3.2.2. Vývojové cykly lesa

Vývojovými cykly lesa jsou nazývány postupné proměny lesů, které jako dynamické systémy prodělávají cyklické změny. I když existuje velké množství vývojových klasifikací, mezi ty základní patří velký a malý vývojový cyklus podle práce KORPEL' (1995). Velký vývojový cyklus lesa začíná na půdě, která byla zbavena lesního porostu následkem rozsáhlých disturbancí, zejména imisemi, větrnými kalamitami, požáry, nebo přemnožením herbivorů (PICKETT, WHITE 2013). Prolíná se s velkoplošnými koncepty vývoje lesa. Jedná se o regenerační sukcesí, cyklickou sukcesí a Patch dynamiku. Sekundární sukcese začíná šířením světlomilných „pionýrských“ dřevin, kterými jsou jeřáby, břízy, olše, topoly, borovice, vrby. Touto sukcesí dochází k formování stádia přípravného lesa a porost dostává opět charakter lesa (KORPEL' 1989). Po čase se v zástínu začínají objevovat stinné dřeviny jako jsou jedle, buk, javor, smrk, které postupně nahrazují dřeviny pionýrské (PICKETT, WHITE 2013). Vývoj poté přechází do lesa přechodného, který je složený z víceetážové kombinace klimaxových a pionýrských dřevin. Ve stadiu lesa přechodného jsou pionýrské dřeviny s kratší životností nahrazovány dřevinami dlouhověkými klimaxovými (KORPEL' 1995). Takto probíhající vývojový proces trvá až několik století. Přirozeným vývojem postupně vzniká les klimaxový (závěrečný). Ve stadiu klimaxovém je převážná dominance stinných dřevin, které citlivě odráží dané stanovištní podmínky. Tímto stadiem se cyklus uzavírá (VACEK, S. et al. 2018).

Stadium klimaxového lesa může trvat bez časového omezení, ale neznamena jeho neměnnost, jelikož v klimaxu dochází k cyklickému střídání tří vývojových stádií a čtených fází v jejich rámci. Většinou maloplošná změna vývojových stádií

a fází na určité ploše vytváří tzv. malý vývojový cyklus přírodního lesa, který lze přirovnat ke „Gap“ a „Kohort“ dynamice (VACEK, S. et al. 2018).

Jednotlivá stadia vývoje přírodního lesa se v rámci malého vývojového cyklu zřetelně odlišují svými strukturními vlastnostmi (PRŮŠA 1985). Jednotlivá stadia malého vývojového cyklu jsou: stadium rozpadu, dorůstání a optima. Na počátku nové generace lesa dochází k postupnému rozvolnění porostu a prosvětlení, které je způsobené odumíráním jednotlivých stromů, nebo působením disturbance. Na uvolnění prostoru reagují semenáčky stinných dřevin zvýšeným růstem. O druhové skladbě a struktuře budoucí generace rozhoduje do značné míry velikost mezer a rychlost rozpadu. Následující po fázi obnovy je stadium dorůstání, ve kterém především stromy mladých generací intenzivně uplatňují své růstové schopnosti. U porostní zásoby a objemového přírůstu dochází k rychlému zvýšení, naopak celkový počet jedinců klesá přirozenou autoredukci. Převažují stromy střední a spodní etáže. Dochází k vytvoření vertikálního až stupňovitého zápoje s vysokou vitalitou stromů. V tomto stadiu je struktura porostu podobná lesu výběrnému. Je zde největší prostorová, tloušťková a výšková diferenciace. Ke stádiu optima dochází tak, že i přes značně výškově rozrůzněné porosty, u kterých je životnost stromů delší než je trvání růstu výškového, vyrovnává porosty do stejné výškové úrovně. Stadium optima se vyznačuje malým počtem stromů a ztrátou vrstevnatosti. Na konci tohoto stadia začínají nejstarší stromy přirozeně odumírat a přírodní les se tak dostává do poslední fáze malého vývojového cyklu – stadia rozpadu (VACEK, S. et al. 2018). Ve stadiu rozpadu se zásoba porostu rychle snižuje, jelikož dochází k odumírání mohutných stromů. Přírůst stromů, které zbývají v horní etáži ani jedinci nové generace nemohou nahradit zásobu mohutných stromů (SANIGA, SCHÜTZ 2001).

3.3. Dynamika přírodních lesů

Rozdíly v ekologické stabilitě lesních ekosystémů se projevují nejen v rámci kontinentů a jejich biomů, odpovídajícím určitým typům klimatu, ale také v rámci stanovišť a porostních stádií. Pozoruhodný je z lesnického hlediska rozdíl

ekologické stability střeoevropského listnatého lesa mírného podnebí a boreálního jehličnatého lesa (tajgy) (POLENO et al. 2007).

3.3.1. Boreální zóny

Boreální zóna je ovládána katastrofickým rozpadem s velkým množstvím požárů a větrných kalamit. Půdní organismy nestačí rozkládat opad a humus, který se nahromadil během krátké vegetační doby a nedostatku tepla. Je zde nepříznivý vývoj pro semenáčky v rozpadovém stadiu smrčiny, které se vyvíjejí v ekologicky méně příznivém prostředí než na holině, což jsou chladnější, kyselejší a mokřejší substráty. Tajga zhoršuje své stanoviště tak dlouho, až dojde k sukcesnímu zablokování mocnou vrstvou humusu. Pokud nedojde k rozložení surového humusu, může samovolná sukcese dospět až k zániku přírodního lesního ekosystému, který může nahradit rašeliniště nebo vřesoviště. Po vichřici nebo požáru vznikne v tajgovém ekosystému holina. Na holině se rychle rozkládá nahromaděný humus a dostaví se příznivé podmínky, které nastartují obnovu lesa. Stále se opakující návrat k počátku velkého vývojového cyklu, což znamená od vzniku holiny k lesu přípravnému a dále k lesu jehličnatému závěrečného typu, cyklicky odstraní blokování dostupných živin v surovém humusu a uvede energomateriálové toky v lesním ekosystému do pohybu. Pod přípravný les složený s převahou břízy nebo borovice se dostává smrkové zmlazení a po dvou stoletích samovolného vývoje často vzniká nesmíšená smrčina. Řádově po třech staletích samovolného vývoje začíná rozpad. Samovolný vývoj lesa v následných generacích nabývá regresivních znaků. Úplný rozpad lesa je ve vysokých výškách a severních šířkách podmínkou jeho úspěšné generace (VACEK, S. et al. 2007).

3.3.2. Mírné klimatické zóny

Podle VACEK, S. et al. (2007) je mírná klimatická zóna tvořena střeoevropským smíšeným lesem opadavých listnáčů, je ovládána tvorbou klimaxů lesa závěrečného typu s převahou různě stinných dřevin. V přípravném lese s převahou pionýrských dřevin, jako jsou bříza, jíva, osika, jsou tyto dřeviny

spontánním vývojem rychle nahrazovány dřevinami odpovídajícími místnímu klimaxu, který se dlouhodobě udržuje. Klimax je u přírodního lesa klimatické zóny jako začátek přirozené obnovy klimaxových dřevin druhé generace při nahromadění dřevních zásob, které odpovídají danému stanovišti. Na rozdíl od této situace zůstává v přírodním lese trvalé kolísání v rámci malého vývojového cyklu lesa závěrečného, který odpovídá pravidelnému maloplošnému střídání stadií dorůstání, zralosti a rozpadu.

Smrk je v přírodních lesích na běžných stanovištích v biomu listnatých opadavých lesů včleněn do složité dynamiky smíšených nestejnověkových porostů. Tyto porosty jsou provázány generačními vlnami vázanými na krátkodobé stadium rozpadu. Pokud v tomto přírodním lese převládne smrk, bývá to důsledkem a příznakem dávného velkoplošného rozpadu, který vznikl za výjimečné situace v lese závěrečném. Smrk byl v přírodním lese nestálou složkou, ale v případě rozpadu porostů složkou potencionálně nejdynamičtější (VACEK, S. et al. 2007).

3.3.3. Extrémní stanoviště

Za extrémní stanoviště jsou považovány sutě, rašeliny a subalpínské polohy, tzv. blokována sukcesní stadia. Zde jsou trvale řídké porosty se stromy, které dosahují malého vzrůstu. Na těchto stanovištích bývají smrčiny, ale i porosty ostatních dřevin, které jsou trvale vrstevnaté. Při volném zápoji mají spádné kmeny a koruny sahající až k zemi. Tyto porosty jsou i v těchto extrémních podmínkách vysoce ekologicky stabilní. Díky extrémní různověkosti a trvalé vrstevnatosti je možno uplatnit jiné schéma návaznosti vývojových stadií, ve kterém je do centra umístěna plošně převažující výběrná fáze. Vrstevnatá struktura se může dlouhodobě udržet jen pokud budou porosty ve stadiu optima a na stanovištích, kde není umožněn vznik horizontálně zapojených porostů. Tyto porosty jsou nepřetržitě ve stadiu rozpadu i bez zásahů člověka, rozpad postihuje též všechny stromy všech tloušťkových stupňů rovnoměrně. Tato situace byla zonálně vymezena pouze v části horské tajgy a přírodním vývojem ustálena ve střední Evropě s mezernatými zonálními smrčinami, které se výrazně oddělují do

hloučků s vysokou statistickou odolností vůči sněhu a též do mezer bez korunového zápoje (VACEK, S. et al. 2007).

3.4. Monokulturní lesy

Po středověké a raně novověké kořistnické těžbě pro potřeby rudných dolů byly lesy dosti zpustošené, což vyvolalo potřebu řízeného lesního hospodářství. Od 17. století vydávala dvorská komora pro Čechy směrnice pro pěstování lesů, kde byla zdůrazňována těžba v malých pasekách a v určitém pořádku po sobě. Lesní hospodářství doznalo pokroku v soustředěné těžbě a umělém zalesnění pasek. Též získalo naději na postupné zacelení ran, které byly dříve lesům způsobeny. Již v druhé polovině 17. století se začaly pěstovat ve školkách listnáče, a to duby. Mnozí z pokrokových lesníků tehdejší doby se řídili při volbě dřevin jejich nároky na půdu. Při umělé obnově však přeci jen vítězila sadba jehličnanů, a to zvláště ke konci 18. století. Nejdříve borovice a později smrku. K této skutečnosti přispělo nemalou měrou okolnost, že úroda semen jehličnanů byla hojná a častá. Semeno se snadno získávalo, luštilo a nevyžadovalo zvláštní péči při skladování či výsevu. Sazenice ve školkách byly odolné vůči povětrnostním extrémům i mrazům. Při výsadbě dobře snášely klima ředin a velkých holin. Jehličnany odolávaly více než listnáče škodám působeným zvěří. Výborné technické upotřebení u jehličnanů, obzvláště smrku, přispělo k jejich rozšíření v době prudkého rozvoje manufaktur a skláren. Smrk neměl v té době žádnou konkurenční dřevinu z hlediska své využitelnosti. Využíval se i např. pro houžve na vory, v bohatém sortimentu stavebního dřeva a v dýhárenství (ČÍŽEK et al. 1959)

Vysoká výnosnost monokultur byla lákavá, ale postupně se zmenšovala častými kalamitami a poklesem úrodnosti půd. V případě dodržování saské školy čistého důchodu by došlo k zániku lesů – poušti. Tento problém byl brzděn druhou školou, a to tzv. školou čistého důchodu z lesa. K této druhé škole (produktivity) se hlásila převážná část praktiků a tím čelila škodám, které by lesní hospodářství ještě více postihly, např. úbytek půdy, jednostranné pěstování smrku, snižování

obmýtí. Nevýhodami monokultur je nebezpečí kalamit, degradace půd, zhoršení vodohospodářské funkce (ČÍŽEK et al. 1959)

3.5. Smíšené lesy

Jako smíšené jsou označovány porosty, na jejichž skladbě se podílí dvě, nebo více dřevin. Jsou smíšeny v určitém poměru a žádná z dřevin nedosahuje 90 %. Podle rozmístění dřevin po ploše může být smíšení shlukovité, náhodné, či pravidelné. Dřeviny jsou uspořádány ve směsích tak, že vytvářejí nejen vhodnou druhovou skladbu, ale i prostorovou a věkovou skladbu. Smíšené porosty přirozeně vytvářejí vhodné ekologické poměry pro zajištění ekologické stability porostů (VACEK, S. et al. 1987). Názory na jejich přednosti a nevýhody ve srovnání s porosty nesmíšenými a obzvláště na jejich praktickou využitelnost v moderním lesnictví se značně různí. V období po 2. světové válce se znovu část odborníků přihlásila k názorům německé Gayerovy školy (Karel J. Gayer, 1882-1907), která vychází z předpokladu, že lesy byly vždy smíšené a preferuje proto pěstování smíšených lesů. Stále se zvyšující objem hmyzích a živelních kalamit bývá jednoduše přičítán na vrub lesům nesmíšeným. Časté jsou též diskuze o vlivu monokulturálních jehličnatých lesů (zejména smrkových) na stav půdy a ostatních faktorů přírodního prostředí (POLENO 1979).

Aby bylo možné s jistotou kladně zodpovědět otázku oprávněnosti existence smíšených lesních porostů, jejich předností a nevýhod, je potřeba podrobit jak smíšené, tak nesmíšené lesy na konkrétních stanovištích celé řadě šetření. Na jejich základě poté posoudit a zhodnotit především růstový proces a potenciální produkci, vliv na mimoprodukční funkce lesa a na životní prostředí člověka, bezpečnost a trvalost produkce, ekonomickou efektivnost a racionální produkci (POLENO 1979). O shrnutí a zhodnocení výsledků smíšených a nesmíšených lesů do začátku druhé světové války se pokusil BAADER (1942). U Baadera šlo především o zhodnocení produkční, teprve po válce se začínají zdůrazňovat funkce biologická a ekologická. Přesto i současné době je produkční hledisko důležité (POLENO et al. 2007).

Otázku, zda mohou smíšené porosty poskytovat vyšší přírůst než porosty prostorově oddělené nesmíšené se stejnými podíly dřevin, nelze zodpovědět z publikovaných výsledků šetření. Především to nelze zodpovědět pro porosty smrkové s vysokou produkcí na stanovištích, kde jsou ovšem ostatní dřeviny produkčně slabší. Přesto se v literatuře uvádí pozitivní výsledky pro smrkobukové porosty (KEENEL 1965) i (NÜSSLEIN 1993), a jiné. Přírůstavost, která je vyšší u smíšených porostů, se odvozuje od lepšího využívání porostu a tím, že je zde půda příznivě ovlivněná bukem nebo zlepšeným teplotním režimem (POLENO et al. 2007).

3.6. Přírodě blízké hospodaření

Na našem území byl prvním praktickým realizátorem přírodě blízkého hospodaření s lesy Hugo Konias (1891-1954), ředitel velkostatku Opočno. Od roku 1924 po dobu 30 let zde prováděl přeměny porostů, a to smrkových a borových monokultur. Později také prováděl převody tvarů lesa pasečného na lesy výběrné. Konias postihl hlavní problém, a to hospodaření podle saské teorie čistého výnosu z půdy. Právě tato teorie vedla k tvorbě stejnověkových smrkových a borových monokultur a tím i k holosečnému hospodaření. V první etapě se věnoval zpevnění a zabezpečení lesních porostů, ale i ozdravení lesní půdy. Věnoval se tomu cestou přeměny druhové skladby, směrem k druhovému složení, které odpovídá daným stanovištním podmínkám. Ve druhé etapě u smíšených porostů cílil na porostní nestejnověkost, kterou zde sám vytvářel, pozvolným převodem horizontálního zápoje na vertikální, a to se zřetelem na zlepšení a vystupňování kvality dřeva. Konias očekával zvýšenou a stále stoupající dřevní produkci z velkého množství porostů na Opočensku se dnes dochovaly pouze zbytky, a ani zde se nepotvrdila úspěšnost převodu. Poznatky získané z převodů na různých stanovištích lze uplatnit při jiných formách hospodaření, zejména při podrostowním způsobu. Koniasem realizované hospodaření nebylo rozhodně ztrátové. Zvýšenou kvantitativní produkci se nepodařilo prokázat, avšak kvalitativní nadřazenost je nesporná. Hlavně Koniasovou zásluhou došlo u nás po druhé světové válce k šetrnějšímu způsobu hospodaření, označovanému jako podrostowní hospodářství. V padesátých letech

20. století propagovala přírodě blízké lesní hospodaření skupina specialistů na vysokém odborném školství (A. Zlatník, P. Svoboda ad.), která navázala na praktické zkušenosti lesníků (H. Konias, F. Kratochvíl). Tato česká škola dosáhla v rámci Evropy špičkového renomé. (POLANSKÝ 1960,1961, ZAKOPAL 1957, 1959, 1960, 1964, 1965, 1968, 1971 a KRATOCHVÍL 1970). V současnosti existuje plno pojetí a přístupů, které můžeme zařadit do přírodě blízkého hospodaření lesa. Tento systém je flexibilní a nemá žádné striktní směrnice (VACEK, S. et al. 2007). Podle KUPKA (2004) podíl přirozené obnovy je v ČR jedním nejnižších v Evropě. Ještě v roce 1995 tento podíl činil pouhá 3 %. Opravdu málo v porovnání s ostatními zeměmi, jako je například Německo se 40 % a Finsko s 30 %. Velmi dobrým trendem je skutečnost, že v současném lesním hospodářství dochází ke zvyšování podílu přirozené obnovy na celkové obnově lesa.

3.6.1. Přírodě blízký les

- víceméně se zde vyskytuje přirozená druhová skladba, tzn. že jsou zde zastoupeny alespoň hlavní dřeviny z přirozené druhové skladby, které jsou základními edifikátory,
- značná biologická rozmanitost celého ekosystému, tj. dřevinné složky, bylinného, mechového patra, ale také hub, půdních mikroorganismů, fauny atd.,
- les zdravý, který je vitální a úměrný růstové či vývojové fázi,
- dobře plní svou produkční funkci, tj. produkce dříví, lesních plodů a zvěřiny a dalších,
- dobře plní mimoprodukční funkce, např. půdoochrannou, vodochrannou, vzduchochrannou, zdravotní, přírodoochrannou, vědeckou či rekreační,
- přiměřeně plní funkce socioekonomické (VACEK, S. et al. 2018)

3.6.2. Hospodářská úprava přírodě blízkých lesů

V současné době máme nové poznatky o lesních ekosystémech a tím dochází k přestavbám lesů. Cílem jsou stanoviště, která maximálně odpovídají svou dynamikou a strukturou přírodě blízkým smíšeným lesům. Cesta k nim je spojena

s maximálním využíváním přírodních procesů a dlouhými fázemi obnovy lesních porostů. Tyto porosty přispívají k tvorbě bohatších (autoregulací) horizontálních a vertikálních struktur. Takto dlouhá rozložená generační doba obměny lesů přispívá k nestejnověkosti a nehomogenitě porostních struktur. Omezuje tím používání plochy a věku jako základních prvků hospodářské úpravy lesa. To vede k nepoužitelnosti růstových tabulek modelu normálního lesa a tím více je omezována použitelnost soustavy věkových tříd. V zahraničí i u nás dochází k pokusům o rozvoj současných hospodářsko-úpravnických soustav a hledání nových cest, jak zjistit stav lesních porostů pro účely plánování hospodářských opatření a kontrolu trvalosti hospodaření (VACEK, S. et al. 2007).

3.6.3. Smíšené porosty buku, smrku a jedle

Smíšené porosty, ve kterých se nachází buk, jedle a smrk, se vyznačují dlouhou dobou malého vývojového cyklu, který trvá 350 až 400 let. Takto dlouhá doba je vymezena jedlí, která má nejdelší životnost. Délka života smrku dosahuje 300 až 350 let a buku je to 200 až 250 let. Rozdílné doby životnosti jednotlivých dřevin (vývojové cykly dřevin) mají za následek značnou variabilitu a složitost vývoje, především přírodních porostů nacházejících se v 5. a 6. LVS. V průběhu vývoje porostů vznikají rovněž, složité porostní struktury. V období jedné generace jedle se vystřídají dvě generace buku. Značným změnám může podléhat ve vývojovém cyklu zásoba a zastoupení dřevin v porostu. Mohou se vyskytnout i porostní části se zastoupením jen jedné dřeviny, nebo na každé straně odděleně buk a jehličnany. Pokud je podíl buku větší, zkracuje se tím stadium optima, naopak větší podíl smrku toto stadium prodlužuje a umožňuje vznik výrazného horizontálního zápoje. Stadium optima se opakuje po 220 až 260 letech. Převaha dřevin je po zhruba 130 letech, v souvislosti se střídáním generací buku. Maximálních dimenzí dosahovala v Krkonoších jedle a to výšky 58 m a tloušťky 182 cm. Celková porostní zásoba kolísá mezi 500 až 900 m³.ha⁻¹. Obnova porostu se děje převážně pod clonou mateřského porostu. Buk se zmlazuje na větších plochách a jehličnany spíše v hloučcích (VACEK, S. et al. 2010). Podle VACEK, S. et. al (1987, 2015) a SLANAŘ et al. (2017), je v posledních desetiletích patrný pokles v zastoupení jedle a zřetelný nárůst v zastoupení buku.

3.6.4. Smrkové porosty

Smrkové porosty a porosty s dominancí smrku ve vyšších horských polohách se vyznačují též výraznou dynamikou. Optimum smrku leží v 5. a 6. LVS, ale toleruje i podmínky na horní hranici lesa. Ve vyšších nadmořských výškách má smrk největší konkurenční schopnost. Dynamika přírodních smrkových porostů se liší vzhledem k nadmořské výšce a stanovištním podmínkám. V nižších polohách s vyrovnaností terénních a stanovištních podmínek má smrk tendenci vytvářet porosty s výrazným horizontálním zápojem a výraznou homogenitou. Jsou však ale výrazně různověké. Celková doba trvání vývojového cyklu může být 300 – 400 let. Smrk díky své dlouhověkosti vytváří strukturu, která ale může být citlivá na narušení biotickými či abiotickými činiteli. Tyto činitele se významnou měrou podílejí na vývojovém cyklu smrkových porostů. I když katastrofický rozsah a uplatnění ekologické sukcese v smrkových porostech nejsou rozlohou tak velké jako u boreálních oblastí, jsou přesto častým způsobem obnovy smrkových porostů. Uplatnění ostatních dřevin v 8. LVS je okrajové a spíše může být větší podíl pionýrských dřevin v rámci sukcesního vývoje. Zmlazení smrku se přednostně objevuje na vyvýšených místech, a to na ležícím odumřelém dřevě. Stadium optima je poměrně dlouhé, pokud není ukončeno například kůrovcovou kalamitou. Obdobné tendence vykazují i uměle zalesněné monokultury (s výjimkou různověkosti) mimo oblast přirozeného výskytu smrku. V těchto případech je tendence katastrofického vývoje ještě více zesílena (VACEK, S. et al. 2010). Jak uvádí i ZATLOUKAL (1998), jehličnaté monokultury si zachovaly v Evropě svou přirozenou tendenci k plošným kolapsům, proto jsou v nich zcela zákonitým a neodvratným jevem.

3.6.5. Bukové porosty

Krkonošské přírodní bukové porosty se vyznačují velkou různověkostí, malou variabilitou zásoby, struktury a maloplošnou texturou, což je řadí mezi nejmenší z našich přirozených zonálních lesů. Vývojové tendence jsou podmíněny relativně krátkou dobou života této dřeviny a její maximální stínomilností. Délka jednoho vývojového cyklu trvá 230 až 250 let. Stadium optima se vyznačuje menší tloušťkovou diferenciací horní vrstvy a sníženým počtem stromů nižších

vrstev. Toto stadium je poměrně krátké, trvá maximálně 40 let. Tím že buk dokáže dobře přežívat v zástínu, umožňuje vzniku výrazně různověkých dvou až trojvrstevných porostů, jednovrstevnost je výjimečná po čas trvání stadia optima. Díky maloplošné textuře se dosahuje vývojové samostatnosti již na 25 až 30 ha. Počet stromů na 1 ha kolísá v rozmezí 350 až 550 jedinců (50 %). Zásoba v rozmezí maximálně 30 %. Na průměrných bonitách dosahuje zásoba od 400 do 600 m³.ha⁻¹. Na lepších stanovištích je to 550 až 800 m³.ha⁻¹. Díky překryvu cyklů odpovídá počátku stadiu rozpadu bohatší zmlazení, které se objevuje v intervalu 100 – 120 let. Typickým pro přírodní bukové porosty je výskyt předrostů, které vznikají díky přežívání jednotlivých jedinců v příznivých podmínkách. K jejich vývoji dochází při sporadické přirozené obnově, která předchází při větším prosvětlení porostu převážně bohatému zmlazení (VACEK, S. et al. 2010).

3.7. Popis dřevin

3.7.1. Smrk ztepilý [*Picea abies* (L.) Karst.]

Ve střední Evropě je smrk rozšířen převážně v horských polohách, kde většinou vytváří porosty na horní hranici lesa. Umělým vysazováním, hlavně v 19. století, se jeho rozšíření zvětšilo. Proto je dnes zastoupen ve všech lesních vegetačních stupních, a to převážně v monokulturách (VACEK, S. et al. 2018). Podle (MZE 2018) je současná druhová skladba smrku ztepilého v ČR 50 %, přirozená skladba je 11,2 % a doporučená skladba 36,5 %.

V ČR se smrk přirozeně vyskytuje v oreofytiku (převážně nad 1000 m n.m. – klimaxové smrčiny, méně již mezi 700 až 1000 m n.m.- smíšené porosty s bukem a jedlím, klenem, či podmáčené smrčiny). Částečně se smrk také nachází v mezofytiku, ale převážně jen v inverzních polohách, jako je Posázaví, NPR Adršpašskoteplické skály, nebo NP České Švýcarsko. Ukazuje se, že pro přirozený výskyt smrku není důležitá nadmořská výška, kde se vyskytuje, ale jeho chladné kontinentální klima v této výšce (VACEK, S. et al. 2018). Dále uvádí SLÁVIK (2004), že areál rozšíření hercynského smrku je na našem území s těžišťem v Novohradských horách, Šumavě, Krkonoších, Jizerských horách,

Krušných horách, Orlických horách a Jeseníkách. Karpatský smrk je zastoupen přirozeně ve všech vyšších polohách karpatského systému, počínaje Bílými Karpaty a konče Moravskoslezskými Beskydami.

Světломilná až polostinná dřevina dožívající se 350 až 400 let. Nemá vysoké nároky na geologické podloží a v mládí snáší zástin. Nedostatek vláhy bývá pro něj mnohdy limitujícím faktorem. Smrkový porost ovlivňuje půdotvorné činitele a to především, že vytváří surový humus, který se zvyšuje při nedostatku vláhy a vápníku v půdě (SLÁVIK 2004). Též VACEK, S. et al. (2018) uvádí, že smrk musí být dostatečně zásobován vodou, nikoliv pouze srážkovou, ale i proudící podzemní vodou, nikoliv stagnující. Stagnující voda zamezuje smrku vývoj kořenů a silně snižuje statickou stabilitu porostů vůči větru. Jemné kořeny se u smrku vyskytují v horních vrstvách půdy, a to na hlubokých kyprých půdách, které nemají vysokou hladinu podzemní vody. V tomto případě se podobá kořenovému systému borovice. Jak uvádí VICENA et al. (1979), jeho typický talířový (povrchový) kořenový systém se vytváří na půdách fyzikálně i fyziologicky mělkých, kde je také ohrožen větrem. Jeho kořenový systém je rozvinut do plochy. Semenáček smrku má 5 až 10 štíhlých děložních lístků, které jsou prohnuté nahoru. Též má i několik primárních jehlic. Výškový přírůst je v mládí pozvolný a pomalu se stupňuje. Vrchol výškového přírůstu přichází cca ve 40 a končí ve 100 letech (ÚRADNÍČEK 2003).

V mládí je více snášenlivý k zastínění, a to až k silnému, které má 4 % procenta relativní ozáření. Mladí jedinci mají toleranci k zastínění vyšší, a to převážně na dobrých stanovištích, menší na stanovištích chudých nebo ve stáří. Smrk není na živiny náročný, ale pokud jich bude mít nedostatek, silně se mu sníží přírůst. Pokud je obsah živin příliš vysoký, mohlo by vést až k napadení smrkových porostů červenou hnilobou – kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum*), též ale václvka (*Armillaria mellea*) je původcem častých hnilob smrku na úrodných půdách (VACEK, S. et al. 2018).

Smrk je naší hlavní hospodářskou dřevinou a využívá se jako řezivo, při výrobě papíru, nebo jako stavební či truhlářské dřevo. Nejcennější je jako rezonanční dřevo, které se využívá při výrobě hudebních nástrojů (SLÁVIK 2004). Pryskyřice

se zpracovává na bednářskou smůlu, kalafunu a terpentýn. Využívají se také větve, např. v zahradnictví. Je využíván i v okrasném sadovnictví (ÚRADNÍČEK 2003).

3.7.2. Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.)

Buk lesní má areál rozšíření v Evropě s těžištěm v západní, střední a jihovýchodní části kontinentu, ve východní Evropě se nevyskytuje. Hranice severní probíhá z Anglie do Skandinávie a východní hranice prochází Polskem k jihovýchodnímu úpatí Karpat až na Balkánský poloostrov, kde dochází ke spontánnímu křížení s bukem východním (*Fagus orientalis* Lipsky). Uvnitř areálu chybí v oblastech, kde není dostatek srážek a těmito oblastmi jsou Panonská nížina a střední a jihozápadní Francie, ale také v místech velmi kontrastního podnebí, což je střední a západní Polsko (SLÁVIK 2004). Podle (MZE 2018) je jeho současná druhová skladba v ČR 8,6 %, přirozená skladba je 40,2 % a doporučená skladba 18 %.

Areál rozšíření v České republice – tato dřevina je u nás doma ve všech středohorních partiích a horských oblastech. Je tomu také i v hercynské a karpatské oblasti státu. Minimální nadmořská výška výskytu buku je 220 m n.m. a nejméně položené buky jsou u nás v oblasti Labe u Hřenska, kde se nacházejí ve 120 m n.m. Naopak maximální výšky 1250 m n.m. dosahuje buk ve Velké Kotlině v Hrubém Jeseníku a 1200 m n.m. v Krkonoších. Těžiště výskytu je ve výškách 300 – 1000 m n.m. (SLÁVIK 2004). Dle VACEK, S., HEJCMAN (2012), buk chyběl pouze na ekotypech neovlivněných vodou v nejsušších oblastech 1. LVS. V Krkonoších se na jižních svazích vyskytuje i nad horní hranicí lesa, kde se množí vegetativně. Ve 2. až 7. LVS se mění jeho vitalita dle příslušného stupně a tím i podíl v přirozené skladbě a postavení v ní. Zejména na bohatších stanovištích převládá nad dubem v dubobukovém stupni.

Jak uvádí CHMELAR (1983), buk na volném prostranství začíná plodit mezi 20. a 40. rokem. V porostu nejdříve v 60 letech. Plodná období se vyskytují v intervalu 5 až 10 let. Pokud má buk nepříznivé podmínky, plodí jednou za 9 až 12 let. Plody buku (bukvice) dozrávají na podzim a mají výbornou klíčivost, která prudce

klesá a uchovává se až do jara pod vlhkým listím. Semenáčky dokážou růst jak ve značném zastínění, tak i na přímém slunci. Přesto je pro buk nejlepší růst pod podrostem, jelikož je ohrožen pozdními mrazy. Semenáček buku, který je nápadný velkými ledvinovitými dělohami, přirůstá zpočátku jen pozvolně a teprve po 5 letech začíná růst vydatněji. I přes rychlejší růst má desetiletá rostlina 3 až 4 m výšky a její výškový přírůst vrcholí až mezi 35. a 50. rokem. Kořenový systém buku můžeme označit za srdčitý, a proto bývá dobře zakotven a netrpí vývraty, jako například smrk, který má kořenový systém plošný. Na živných jílovitých a vápnitých půdách koření buk mělce, ale svrchní vrstvu důkladně prokoření. U buku spíše dochází ke zlomům v důsledku náporu větru. FORST et al. (1985) uvádí, že pokud je buk v příměsí se smrkem a zasahuje do úrovně, zvyšuje tím odolnost smrkových porostů vůči větru a sněhu.

Buk se dožívá 200 až 400 (500) let. V mladém věku dokáže snášet i velmi silné zastínění. Vytváří velmi husté koruny, které přes olistnění propouštějí velmi málo světla do porostu, což ovlivňuje nejen bylinný podrost, ale i ostatní konkurenční dřeviny, které tímto způsobem vytlačí. Při prudkém osvětlení kmenů dochází ke korní spále (SLÁVIK 2004). Podle MUSIL, MÖLLEROVÁ (2005) je buk ekonomicky nejvýznamnější listnatou dřevinou v Evropě. Optimálně roste na čerstvých vlhkých půdách, minerálně bohatých a dobře provzdušněných. Co nesnáší, jsou půdy zamokřené a ulehlé, též je citlivý k pozdním mrazům a suchu. V nižších polohách navazuje především na dub zimní [*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.] a ve vyšších na smrk ztepilý a jedli bělokorou (*Abies alba* Mill.).

Výrobky z buku: dýhy, překližky, parkety, sudy, nábytek, hračky apod. Zpracovává se také na výrobu papíru a dřevěného uhlí. Jeho destilací se získávají některé chemické produkty a v minulosti se při slisování bukvic získával olej. Bukvice jsou důležitou složkou potravy lesní zvěře. Nesmíme opominout, že buk se využívá také jako palivové dřevo. I v sadovnictví má tato dřevina trvalé postavení a jeho kultivary jsou známé (SLÁVIK 2004).

3.7.3. Jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.)

Jedle bělokorá je Evropskou dřevinou, která má poměrně malý areál rozšíření. Areál jedle je soustředěn v horských skupinách střední a jižní Evropy, podobně je tomu i u střeoevropského areálu smrku. Těžiště jejího výskytu je hercynsko-karpatská oblast a alpská oblast. Hranici tvoří na západě Vogézy a Černý les a poté postupuje hornatou oblastí středního a jižního Německa přes Duryňský les k okrajovým horám Čech. Dále k východu je hranice areálu jedle po předhůřích Sudet ze severu. V pahorkatině dosahuje až nejsevernějšího bodu jižně od Varšavy. Jedle se také nachází ve vysunutém ostrůvku v Bialověži, kde se považuje nejčastěji za původní. Hranice dále obepíná karpatský oblouk, kde se nachází nejvýchodnější bod jejího rozšíření. Uvnitř alpského systému je jedle zastoupena spoře a nachází se spíše v oblastech předhoří nebo v okrajových oblastech Alp. Za nejlepší stanoviště jedle se pokládají některé lokality v západních Alpách, a to konkrétně pohoří Jura. V oblasti tohoto pohoří je právě lokalita s pralesovitým porostem Dürsrütiwald. V České republice je to převážně lokalita v pralese Mionší v Beskydech, kde jedle dosahuje stejných, ne-li větších rozměrů než v pralese Dürsrütiwald. Dále na jih vybíhá alpský areál k Apeninskému poloostrovu, kde postupuje pohořím v dlouhém pruhu dále na jih, tento pruh není přerušovaný. Na Balkáně navazuje areál alp na rozšíření v Dinárských Alpách, dále pohořím Pindos přes Albánii a do severního Řecka a do oblasti horstevnatého Bulharska. Jedle se také vyskytuje v horách na Korsice a na izolovaném ostrůvkovitým výskytu v Normandii. Další izolované oblasti se nacházejí západně od Alp, a to ve Francouzském středohoří a okolních pohořích. Jedle se nachází ještě ve východní části Pyrenejí (ÚRADNÍČEK 2003). Podle MUSIL, HAMERNÍK (2007) je pro jedli optimální nadmořská výška 500-900 m n.m. Podle (MZE 2018) je její současná druhová skladba v ČR 1,1 %, přirozená skladba je 19,8 % a doporučená skladba je 4,4 %.

Nejvýše v České republice roste v Boubínském pralese, a to až ve výšce 1300 m n.m. a nejnižší v NP České Švýcarsko 150 m n.m. Přirozeně se v ČR vyskytuje v bučinách, habrových doubravách, smíšených horských lesích a lesích suťových. Na jejím ústupu, převážně mladých porostů, se podílely dva druhy

korovnice, a to korovnice kavkazská (*Dreyfusia nordmanniana*) a korovnice jedlová (*Dreyfusia picae*) (KADLUS 1971).

Jedle plodí v porostech mezi 40 až 60 lety. Je to dřevina, která snáší zástin, především v mladém věku. Má vysoké nároky na půdní a vzdušnou vláhu. Jedle se dožívá přibližně 500 let a musí být chráněna oplocením, jelikož je v porostech často poškozována zvěří (SLÁVIK 2004). Jak uvádí i KORPEL', VINŠ (1965), převážně roste na čerstvě vlhkých až mírně podmáčených půdách i půdách bohatších. Největší požadavky má na vzdušnou vlhkost. Vyhýbá se stanovištím suchým a silně podmáčeným. Jelikož zadržuje cca 40-80 % srážek svojí nadzemní částí, patří mezi druhy s největší intercepcí. Pokud není pod ochranou mladého porostu jako buk, trpí pozdními mrazy.

Dřevo jedle má stejné využití jako dřevo smrkové, ovšem ve srovnání se smrkem nebo borovicí je zastoupení jedle nepatrné. Dříve se jedli dávalo přednost jako dřevu stavebnímu, především u roubených staveb, smrk se více cenil na prkna. Naopak malé sortimenty, jako jsou například tyče, jsou z jedle méně kvalitnější než ze smrku. Její využití je také při výrobě šindelů, jelikož se dobře štípe. U vodních staveb se oceňovala trvanlivost jedle pod vodou. Pravidelně rostlé dřevo se používá jako ozvučné (ÚRADNÍČEK 2003). Podle BERCHA (2006), se dřevo používalo dříve také na výstavbu dřevěných konstrukcí. V dnešní době ale není takový zájem o jedli ve dřevozpracujícím průmyslu. Vysvětlení tohoto problému je zřejmé, jelikož druhová skladba jedle byla dříve úplně jiná, než je dnes (větší zastoupení oproti dřívější době).

3.7.4. Javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.)

Javor klen neboli javor horský roste zejména ve střední a jihovýchodní Evropě, ale jeho výskyt je i v jižní a západní části Evropy (POLENO et al. 2009). Jak uvádí VACEK, S. et al. (2018), javor zaujímá nejvyšší polohy. Například v Alpách se nachází v nadmořské výšce až 1600 m n.m. a na Šumavě 1400 m n.m., což platí i pro Schwarzwald. Ve Švýcarsku v pohoří Jura a ve Francouzských Vogézách tvoří pomístně horní hranici lesa. V České republice se nachází, také v Krkonoších a Jeseníkách, kde vystupuje až do 800 m n.m., a to nejčastěji ve

skupinkách nebo roztroušeně, jak uvádí (SLÁVIK 2004). Podle (MZE 2018) je jeho současná druhová skladba v ČR 1,5 % přirozená skladba je 0,7 % a doporučená skladba 1,5 %.

Dožívá se až 400 let i více a jeho plodnost nastává asi v 25 letech. Klen je dřevinou polostinnou, která v mládí snáší značný zástín a později i plné osvětlení. Půdní povrch zastiňuje podobně jako buk (MUSIL, MÖLLEROVÁ 2005). Jeho nároky jsou především na půdy bohaté živinami a na půdní vláhu. Je nesnášenlivý k znečištění imisemi (SLÁVIK 2004). Pozdními mrazy netrpí, ale je citlivý k silným mrazům. Jeho výskyt je převážně na suťových půdách s vysokým obsahem skeletu, čerstvě vlhkých, humózních a živných půdách. Klen patří v tomto ohledu mezi tzv. „náročné listnáče“. Přednost dává kyselým až bazickým podkladům. Ve svém optimu roste na místech, kde je oslabena konkurence buku (MUSIL, MÖLLEROVÁ 2005). Jak uvádí i MIKULKA (1976), klen vyžaduje hlubokou, živnou, kyprou půdu, která je středně vlhká. Také vyžaduje chladné a vlhké ovzduší. Semenáčky mají jazykovité hladké dělohy se třemi paralelně probíhajícími nervy. Plody dozrávají do září. Klen semení každé 2 až 3 roky. Klíčivost je 60 % a trvá jeden a půl roku.

Javor klen, je lesnický i sadovnický využívaná dřevina. Je vypěstováno více jak 50 kultivarů tohoto druhu. Javor se používá v nábytkářství a k výrobě hudebních nástrojů, ale i v řezbářství při výrobě intarzií (výtvarné dílo, které je vytvořené skládáním a lepením dřív, které mají různé barvy a struktury a jsou v různých obrazcích) a také se dobře moří a impregnuje (MUSIL, MÖLLEROVÁ 2005). Uplatňuje se také při výrobě párátek, či v truhlářství a soustružnictví (ÚRADNÍČEK et al. 2009). Dřevo je tvrdé a dobře štípatelné. V suchu je dřevo trvanlivé a značně výhřevné (MIKULKA 1976).

3.7.5. Jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.)

Jeřáb je rozšířený prakticky v celé Evropě kromě nejnižnějších částí a v Euroasii (MUSIL, MÖLLEROVÁ 2005). Podle SLÁVIK (2004) v Evropě jeřáb roste od Středomoří až po sever. Nevyskytuje se na jihozápadě Pyrenejského poloostrova, ve Skotsku a v Irsku. Směrem na východ roste v Malé Asii, na

Kavkaze a prochází celou Sibiř až k Ochotskému moři. Jeho areál je v České republice přirozeně rozšířen po celém území, od nížin až po horní hranici lesa. Pravidelnou příměs tvoří v kyselých doubravách i horských smrčínách a nejhojnější je v Karpatské oblasti.

Dožívá se 100 až 150 let a patří mezi skromné dřeviny, které se dokážou přizpůsobit. Zejména právě jeřáb, je ve vyšších polohách průkopnickou dřevinou. V mládí snáší zástin, později je výrazně světlomilný. Snáší suché i vlhké stanoviště a není náročný na půdu (SLÁVIK 2004). Jak uvádí MUSIL, MÖLLEROVÁ (2005), je odolný vůči klimatickým extrémům, včetně časných a pozdních mrazů, jen záplavy nesnáší. Poměrně dobře je snášenlivý i ke kouřovým plynům. Jeho opad má příznivé vlivy na půdní procesy. Roste ve světlých lesích a v jejich světlinách či pláštích, také na skalnatých terénech. Přirozená příměs smrčín při horní hranici lesa. Jinde je jako pionýrská dřevina, která rychle osidluje volné, zabuřené či zdevastované plochy. Mimo oblast horských smrčín, se považuje za plevelnou dřevinu. Plodí obvykle každým rokem, počínaje 10. až 20. rokem, jeho růst je z počátku rychlý, v 10 letech dosahuje výšky i 10 metrů. Po 20 letech se růst zpomaluje a v 60 prakticky zastavuje. Rychle roste zejména na humózních kyprých půdách. Je mrazuvzdorný s dobrou pařezovou i kořenovou výmladností. Semenáčky jsou malé s vejčitými dělohami, které jsou krátce řapíkaté (MIKULKA 1976).

Bývá vysazován jako přípravná dřevina horských imisních kalamitních poloh, kde se šíří často i spontánně. Ostatní dřeviny nijak nepotlačuje a je pro ně hnací dřevinou (MUSIL, MÖLLEROVÁ 2005). Dřevo je tvrdé, houževnaté; používá se na hole, násady, dýhy, hudební nástroje (CHMELÁŘ 1983). Používal se i na výrobu nářadí, speciální využití má na výrobu řeznických špalků. Plody jsou významné i pro farmaceutické účely. Je též významnou medonosnou dřevinou (SLÁVIK 2004). Používal se i v kolářství. Plody jsou významné i pro ptactvo a zvěř. Místy se pěstuje i varianta *edulis* Dieck. s jedlými plody, které jsou až 1,5 cm velké. (MIKULKA 1976).

4. Materiál a metodika

4.1. Charakteristika zájmového území

4.1.1. Krkonošský národní park

Kdysi se přes celou krkonošskou oblast, až na místa zarostlá klečí, rozprostíraly smrko-jedlo-bukové pralesy. To se ale změnilo s příchodem člověka, lesy byly nahrazovány zemědělskými plochami, a během 15. a 16. století byla velká část lesů vytěžena v zájmu hornického ruchu. Kromě těžby dříví se na devastaci Krkonoš podepsaly různé živelní pohromy. První snahy o záchranu lesů se začaly objevovat v 18. století a vyvrcholily roku 1963, kdy byl vyhlášen Krkonošský národní park. Také se začaly zalesňovat holiny (NOŽIČKA 1959, 1961).

Krkonoše jsou významným přírodním i historickým regionem na severu Čech. Krkonošský národní park (KRNAP), byl vyhlášen v roce 1963 a to na rozloze 36 300 ha. Později k NP přibylo i ochranné pásmo o rozloze 18 400 ha a z této výměry zaujímá ploch lesa 67 %. Péče o tento NP park, je svěřena správě Krkonošského národního parku se sídlem ve Vrchlabí. Od roku 1994 má správa na starosti též lesní ekosystémy (SCHWARZ 1997).

4.1.1.1 Geologie Krkonošského národního parku

Území Krkonoš je rozděleno do základních regionálně geologických jednotek, což je výsledkem prací několik generací geologů v Krkonoších. Tyto jednotky jsou rozděleny na staré jádro hor – krkonošsko-jizerské krystalinikum a krkonošsko-jizerský pluton. Následují další tři, které toto jádro buď nesouvisle pokrývají – podkrkonošský permokarbon a kvartérní sedimenty, nebo jimi omezeně pronikají – terciérní vulkanity (FLOUSEK et al. 2007). Jak uvádí i NEHYBA (2015), Krkonoše mají opravdu pestrou geologickou stavbu. Od krystalických břidlic, do kterých pronikla krkonošská žula až po krkonošsko-jizerský pluton, který se skládá ze svorů, fylitů, s vložkami kvarcitů, krystalických vápenců, zelených břidlic, erlanů a amfibolitů, z něhož vystupuje žulový masiv. Na východě Krkonoš převažují svory až svorové ruly, které na jihu ohraničují kvarcity a ortoruly. Docházelo i k vývoji migmatitických rul, a to v přechodných oblastech.

Celé pohoří z jihu (prvohorní komplex) je tvořen fylity, metadiabasy, sericitickými kvarcity a krystalickými vápenci.

4.1.1.2 Pedologie Krkonošského národního parku

V Krkonoších je vyvinuta výrazná výšková půdní stupňovitost. V nejnižších partiích převládají kambizemě, které výše přechází do kryptopodzolů. Nejvyšší polohy pokrývají podzoly. V Krkonoších se vyskytují jak půdy silně kyselé, tak půdy výrazně sorpčně nasycené i chudé na živiny. Půdy Krkonoš byly a jsou dodnes ohroženy komplexem nepříznivých antropogenních faktorů (FLOUSEK et al. 2007). Jak uvádí i VACEK, S. (2006), převládajícím geologickým podložím Krkonoš je krystalinikum. Jelikož je krystalinikum poměrně kyselým podložím, jsou půdy většinou dosti chudé na minerály. Naopak díky srážkovým poměrům, mají tyto půdy příznivou vlhkost. Tyto vlastnosti se promítají především do zastoupení pedogenetických jednotek.

Podstatnou částí lesních i nelesních ekosystémů Krkonoš je půdní složka, stejně jako vegetace, která je podmiňována přírodními podmínkami stanoviště a nelze ji oddělit ekotopem. Půdní i vegetační složky se vyvíjejí ve vzájemné souvislosti. S ostatními složkami lesních ekosystémů souvisejí i problematiky lesních půd. Půda se podílí ve vztahu k lesnímu prostu (dřevinné složce), na struktuře a funkci lesního ekosystému tím, že:

- a) poskytuje prostředí pro mechanickou podporu dřevin a rostlin, které v půdě koření,
- b) slouží jako zdroj vody, důležitý pro transpiraci rostlin, což je základním předpokladem funkce lesních ekosystémů, koloběhu vody v přírodě a také rostlinné produkce,
- c) dalším důležitým poměrem v půdě, stejně jako poměr vodní, je i poměr vzdušný, který představuje zdroj minerálních živin pro suchozemské rostliny (FLOUSEK et al. 2007).

4.1.1.3 Hydrologie Krkonošského národního parku

Uspořádání sítě vodních toků, jak je známe dnes, je dáno geomorfologickým vývojem Krkonoš už během třetihor a čtvrtohor. Na kompaktním a strmějším polském svahu nemohla vzniknout složitější údolní říční síť, naopak na straně české jsou údolí toků často uspořádána kolmo na sebe. Říční údolní síť je poskládána v závislosti na geologické struktuře podkladu, a to do mřížovité říční sítě. Řeky, říčky a potoky mají své pramenné, horské a podhorské úseky. Převážně to jsou bystřiny, které se vyznačují velkým spádem a sklonem koryt, který je velký a nevyrovnaný. Podobu koryt a toků ovlivňoval svou činností i člověk, například pro splavování dřeva, nebo hrazenářské úpravy některých toků s protipovodňovými účely. Pro krkonošské toky je charakteristický nevyrovnaný podélný profil, kde eroze převažuje nad akumulací, a jejich dna jsou neustálená. Koryta jsou hluboce zaklesnuta v úzkých údolích a tvoří se zde kaskádovitě vodopády, peřeje, ale také vymíláním vody se ve skalních podložích tvoří obří kotle a hrnce. Vodní toky Krkonoš jsou plné organismů, lze je tedy zařadit do stupně pramenného, nikdy nezamrzajícího a pstruhového. Krkonošské území je odvodňováno třemi řekami a to Labem, Jizerou a Úpou. Dále mezi větší vodní toky Krkonoš patří Mumlava, Bílé Labe, Malé Labe, Čistá, Malá Úpa a Jizerka (FLOUSEK et al. 2007). Odvodňování horského území v Krkonoších se děje také svahovými stružkami a vnitrozvětralinovými toky, jak uvádí TOMASZEWSKI (1994). Většina toků je vodohospodářsky významná a často jsou zdroji pitných vod. Díky této vodohospodářské významnosti je kolem těchto pitných zdrojů vyhlášené ochranné pásmo. Průměrný roční úhrn srážek v nejvyšších pramenných povodích krkonošských toků je kolem 1500 až 1600 mm. Průměrné roční úhrny srážek pro všechna horní povodí největších toků v KRNAPu se pohybují okolo 1000 mm. (FLOUSEK et al. 2007). Množství srážek je sice vysoké, ale značná část jejich objemu odtéká v podobě povrchového a podpovrchového odtoku, asi 75 % odtéká v tocích. Odtok z malých povodí horních toků řek představuje až 80 % naměřených srážek, což je způsobeno malou délkou toků s velkým podélným spádem koryt, strmými svahy povodí i malou retenční schopností matečních hornin (ČERVENÝ et al. 1984).

4.1.1.4 Podnebí Krkonošského národního parku

Většina území Krkonoš patří podle studie Klimatické oblasti ČSSR do chladného klimatu. Nejchladnější oblasti leží zejména na hřebenových partiích. Jde přibližně o polohy Studniční hory, přes Liščí horu až po Černou horu. Tyto polohy jsou zařazeny do klimatické oblasti CH4. Pro tuto oblast je typické velmi chladné, krátké a vlhké léto s dlouhým trváním sněhové pokrývky. Do klimatické oblasti CH6 nebo CH7 patří nižší polohy. Tyto polohy jsou typické velmi krátkým až krátkým, mírně chladným a vlhkým létem, dlouhým chladným až mírně chladným přechodným obdobím a dlouhou až velmi dlouhou mírně chladnou vlhkou, nebo také mírně vlhkou zimou s dlouhým trváním sněhové pokrývky. Do klimatické oblasti MT2 spadá podhůří, ve kterém se nacházejí léta krátká, mírně chladná, s krátkým a mírným přechodným obdobím. Zimy jsou normálně chladné, spíše suché s normálně dlouhou sněhovou pokrývkou (FLOUSEK et al. 2007). Podle NEHYBA (2015) je průměrná roční teplota v nejnižších partiích okolo 6 °C a v nejvyšších částech okolo 0 °C. Slunečné a teplé počasí je převážně na podzim a v zimě, když jsou inverze. Inverze se projevují v uzavřených údolích a terénních sníženinách při rychlém ochlazení vzduchu, který proudí do údolí a odtud vytlačuje teplejší vzduch. Průměrné roční srážky se pohybují v Krkonoších okolo 900 mm, a to na spodním okraji, na hřebenech je to už 1200-1600 mm. Srážkově mají Krkonoše oceánský ráz. Nejmenší úhrn srážek je v období jara, a naopak nejvyšší je v srpnu na většině míst, a to v důsledku západního proudění a četných srážek. Nejvíce ohrožujícím abiotickým činitelem je pro Krkonošské lesy vítr, jelikož větrné poměry jsou zde proměnlivé a složité. Nejvíce ohrožujícími jsou převážně větry přepadové a lokální, které přicházejí od západu.

4.1.1.5 Vegetace Krkonošského národního parku

V Krkonoších se vyskytuje více než 1250 taxonů cévnatých rostlin a díky tomu Krkonoše oplývají neobvykle bohatou vegetací. Dokonce mají i několikanásobně vyšší počet výtrusných rostlin, jako lišejníků, řas, atd. (FLOUSEK et al. 1994). V západních Krkonoších se dochovaly typické ledovcové kary se zbytky morén a vzácnou květenou, které se nacházejí v oblasti Velkých a Malých kotelních jam. Například v nejvyšších vrcholových rašeliništích můžeme najít původní

ledovcové květeny. Kupříkladu na Labské louce můžeme najít ostružiník morušku (*Rubus chamaemorus*). Na Pančavské louce se dochovalo rašeliniště severského typu. Také toto rašeliniště má vzácnou květenu (*Carex bigelowii* subsp. *rigida*) a všivce krkonošského (*Pedicularis sudetica*). Ochrana vzácných endemických druhů je u čeledi hořcovité (*Gentianaceae*). Obzvláště hořec tolitový (*Genitiana asclepiadea*) (MATĚJŮ 2013). V Krkonoších bohatství této květeny dokázali lidé využívat v bylinářství a kořenářství. Bylinkáři a kořenáři své dovednosti předávali z generace na generaci jako rodinné tajemství. Zvláště obchodovatelnou bylinou bylo rdesno hadí kořen (*Bistorta major*). Rdesno bylo využíváno proti krvácivosti. Obchod s krkonošskými léčivými bylinami přesahoval význam místních trhů (JANOTKA et al. 1987).

4.1.1.6 Lesní vegetační stupně Krkonošského národního parku

V Krkonoších je nejrozšířenější 5. LVS smrkobukový s 41 % a na něj navazují prakticky jen vyšší stupně – 7. LVS 19 %, 8. LVS 26 % a 9. LVS 10 %. Jedlobukový stupeň zasahuje jen do spodních okrajů oblasti.

- **4. LVS:** Bukový, pouze malý výběžek na hranici s PLO 23 u Mladých Buků.
- **5. LVS:** Jedlobukový, rozšířen od jižního okraje nejnižších poloh oblasti v nadmořské výšce 500 – 700 m n.m.
- **6. LVS:** Smrkobukový, nejrozšířenější stupeň, který je převládající ve výškách 650 – 950 m n.m.
- **7. LVS:** Bukosmrkový, stupeň horský s kompetenční převahou smrku nad bukem ve výškách 900 – 1100 m n.m.
- **8. LVS:** Smrkový, klimaxové a podmáčené smrčiny, ve vyšších horských polohách 1000 – 1300 m n.m.
- **9. LVS:** Klečový-alpínský, nachází se v nejvyšších hřebenových polohách křivolesů a holí nad 1250 m n.m.

Jak uvádí plán péče z roku 1994 jedná se o stupně: submontánní (400 – 800 m n.m.), montánní (800 – 1250 m n.m.), subalpínský (1250 – 1450 m n.m.) (ÚHÚL - OPRL).

4.1.1.7 Soubory lesních typů Krkonošského národního parku

V Krkonošském národním parku je naprostá převaha kyselých stanovišť (kyselá a extrémní řada) – 72 %, a to oproti živným stanovištím (živná a humusem obohacená řada) – 16 %. Plošně nejrozšířenější jsou kyselé smrkové bučiny (6Y, 6M, 6K, 6N) – 29 %. Charakterově významnější pro Krkonoše, jsou kyselá společenstva bukových smrčín (7Z, 7Y, 7M, 7K, 7N) – 16 %, též smrčiny (8Y, 8M, 8K, 8N) – 10 %, a jeřábové smrčiny (8Z) – 5 %. Nemůžeme opomenout klečová společenstva s vrchovišti a arktoalpínskou tundrou (9Z, 9Y, 9R) – 10,9 %. Bohatší společenstva (svěží typy), jsou omezena z větší části na 6. a 5. LVS. (ÚHÚL - OPRL)

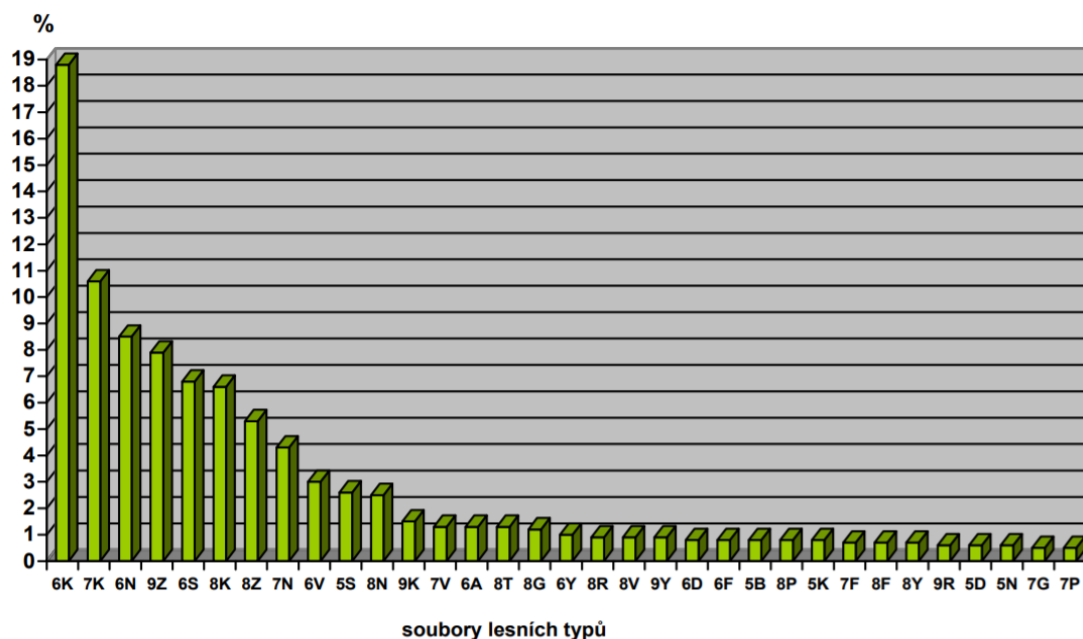
Soubory lesních typů jsou podrobně vidět v rozkladovém vyjádření (v %) na obr. č.1.

L. V. S.	STANOVIŠTNÍ ŘADA:																				%					
	EXTRÉMNI		Kyselá				Živná				OBOHACENÁ HUMUSEM VODOU				OGLEJENÁ		PODMĀ - ČENĀ		BASE- LINIA							
	X	Z	Y	M	K	N	I	S	F	C	B	W	H	D	A	J	L	U		V		O	P	Q	T	G
9		7,9	0,9		1,5																				0,6	10,9
8		5,3	0,7	0,1	6,6	2,5		0,2	0,7						+				0,9		0,8		1,3	1,2	0,9	21,2
7		0,2	0,5	0,4	10,6	4,3		0,5	0,7										1,3		0,5			0,5	0,2	19,7
6			+	1,0	0,5	18,8	8,5		6,8	0,8		0,1		0,8	1,3		+		3,0		+			+	+	41,6
5				0,2	+	0,8	0,6		2,6	0,1		0,8		0,6	0,5	0,1	+	0,1	0,2							6,6
4																										
3																		+								
2																										
1																										
0																										
Σ		13,4	3,3	1,0	38,3	15,9		10,1	2,3		0,9			1,4	1,8	0,1	+	0,1	5,4		1,3		1,3	1,7	1,7	100
		16,7			55,2									13,3				3,3		5,5		1,3			4,7	

Nejrozšířenější lesní vegetační stupně: **6 - smrkobukový; 8 - smrkový;**
 Nejrozšířenější soubory lesních typů: **6K - kyselá smrková bučina, 7K - kyselá buková smrčina;**

Obrázek 1: Soubor lesních typů v PLO 22 (Zdroj: uhu.cz – OPRL)

Soubory lesních typů v PLO 22. Krkonoše, můžeme vidět i na obr. č. 2. Nejzastoupenější SLT, je 6K s 19 % a nejméně zastoupený je 7P, který se pohybuje okolo 1 %.



Obrázek 2: Zastoupení souborů lesních typů v PLO 22 (Zdroj: uhul.cz – OPRL)

4.2. Trvale výzkumné plochy – lokalita Bažinky

Chráněné území (státní přírodní rezervace) V bažinkách byla zřízena v r. 1960 na severovýchodním úbočí Kozelského hřebene v západních Krkonoších, a od této doby je to území ponechané samovolnému vývoji. V současné době se jedná o I. zónu ochrany přírody Krkonošského národního parku. Chráněné území o výměře 33,39 ha se nachází v horní části I. zóny v nadmořské výšce 990–1045 m n. m (obr. č. 3). Geologické podloží tvoří převážně fylity, ruly a kvarcity. Zájmové území je geomorfologicky poměrně stejnorodé, průměrný sklon je 20°. Na svahu o středním sklonu se vyskytují četná prameniště. Převládajícím půdním typem jsou modální kambizemě, v okolí pramenišť oglejené až glejové kambizemě až gleje. V nejvyšších partiích převažují modální kryptopodzoly (MATĚJKA et al. 2010). Průměrná roční teplota se dle nadmořské výšky pohybuje v rozmezí 4,5–3,5 °C a úhrn srážek je kolem okolo 1200 mm. Délka vegetační doby podle nadmořské výšky činí 116 až 92 dní (TOLASZ et al. 2007). Měsíční průměry koncentrací SO₂ se v průběhu imisní kalamity pohybovaly okolo 20–40 µg.m⁻³ a po roce 2000 výrazně poklesy až na současných cca 5 µg.m⁻³ (VACEK, S. et al. 2013).



Obrázek 3: Lokalizace zájmové oblasti I. zóny Krkonošského národního parku – Bažinky (Zdroj: mapy.cz).

Ve spodních partiích chráněného území převládají horské klenové bučiny (rostlinná asociace *Aceri-Fagetum* Bartsch et Bartsch 1940). Jsou vázány na chladné a středně vlhké horské polohy, které jsou tvořeny bukem lesním a javorem klen. Přimíšen je smrk ztepilý vtroušeny jsou jedle bělokorá a jeřáb ptačí. V okolí pramenišť jsou též vtroušeny jilm horský (*Ulmus glabra* Huds.) a olše lepkavá [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.]. Ve středních a vyšších partiích převažují horské acidofilní bučiny (rostlinná asociace *Calamagrostio villosae-Fagetum sylvaticae* Mikyška 1972). Jsou vázány na chladné a svěží horské polohy, tvořené bukem lesním s příměsí smrku ztepilého, vtroušeným javorem klenem a jedlí bělokorou. V nejchladnějších vrcholových partiích se vyskytují horské třtinové smrčiny (rostlinná asociace *Calamagrostio villosae-Piceetum abietis* Schlüter

1966), které jsou tvořeny smrkem ztepilým s vtroušeným bukem lesním a jeřábem ptačím (VACEK, S. et al. 2010).

Interiér vybraných trvale výzkumných ploch na lokalitě Bažinky je vidět na obr. č. 4. až 9. Věk jednotlivých etází dle LHP (aktualizovááno k r. 2020) je 234/50/28 let.



Obrázek 4: Výzkumná plocha Bažinky se zastoupením SM 50 %, BK 50 % (Zdroj: autor práce)



Obrázek 5: Výzkumná plocha Bažinky se zastoupením SM 75 %, BK 25 % (Zdroj: autor práce)



Obrázek 6: Výzkumná plocha Bažinky se zastoupením SM 75 %, BK 25 % (Zdroj: autor práce)



Obrázek 7: Výzkumná plocha Bažinky se zastoupením SM 100 % (Zdroj: autor práce)



Obrázek 8: Výzkumná plocha Bažinky se zastoupením BK 75 %, SM 25 % (Zdroj: autor práce)



Obrázek 9: Výzkumná plocha Bažinky se zastoupením BK 100 % (Zdroj: autor práce)

4.2.1. Sběr dat

Sběr dat proběhl v roce 2019 celkem na deseti trvale výzkumných plochách o velikosti 25×25 m. Výzkumné plochy byly rozděleny podle druhového složení na 5 variant (po 2 plochách):

- 100 % buk lesní (TVP 1 a TVP 2),
- 75 % buk lesní a 25 % smrk ztepilý (TVP 5 a TVP 6),
- 50 % buk lesní a 50 % smrk ztepilý (TVP 7 a TVP 8),
- 25 % buk lesní a 75 % smrk ztepilý (TVP 9 a TVP 10),
- 100 % smrk ztepilý (TVP 3 a TVP 4).

Pomocí technologie FieldMap (IFER) byly zaznamenány jednotlivé pozice stromů, které měly výčetní tloušťku ≥ 7 cm a u jednotlivých jedinců byla změřena korunová projekce ve čtyřech směrech. Tloušťka byla měřena pomocí průměrky Mantax Blue s přesností na 1 mm a výška jednotlivých stromů a výška nasazení

zelené koruny pomocí výškoměru Laser Vertex (Haglöf, Sweden) s přesností 0,1 m.

4.2.2. Analýza dat

U stromového patra byly na každé TVP zhodnoceny strukturální a růstové parametry, produkce, horizontální a vertikální struktura a celková biodiverzita. Objem stromů byl kalkulovaný podle objemových rovnic publikovaných v práci PETRÁŠ, PAJTIK (1991). Z ukazatelů hustoty porostu byly také spočítány plocha korunových projekcí, stupeň zápoje (CROOKSTON, STAGE 1999) a index hustoty porostu (REINEKE 1933).

V rámci hodnocení strukturální diverzity byla hodnocena horizontální struktura (CLARK, EVANS 1954), vertikální struktura pomocí Arten-profil indexu (PRETZSCH 2006), strukturální diferenciaci porostu pomocí indexu tloušťkové diferenciaci a výškové diferenciaci (FÜLDNER 1995) a korunová diferenciaci (JAEHNE, DOHRENBUSCH 1997). V poslední řadě z hlediska biodiverzity byl spočten index celkové porostní proměnlivosti (JAEHNE, DOHRENBUSCH 1997). Přehled strukturální indexů vypočtených v programu PointPro a Sibyla (FABRIKA, ĎURSKÝ 2005) a jejich interpretace je vysvětlena v (Tab. 1.).

Tabulka 1: Přehled indexů popisujících strukturu porostu a jejich interpretace.

Kritérium	Kvantifikátor	Označení	Reference	Hodnocení
Vertikální struktura	Arten-profil index	A (Pi)	Pretzsch 2006	rozpětí 0-1; vyrovnaná vertikální struktura $A < 0,3$, výběrný les $A > 0,9$
	Vertikální diverzita	S (J&Di)	Jaehne, Dohrenbusch 1997	nízká $S < 0,3$, střední $S = 0,3-0,5$, vysoká $S = 0,5-0,7$, velmi vysoká diferenciaci $S > 0,7$
Horizontální struktura	Agregační index	R (C&Ei)	Clark & Evans, (1954)	střední hodnota $R = 1$; shlukovitost $R < 1$; pravidelnost $R > 1$
Strukturální diferenciaci	Tloušťková diferenciaci	TM_d (Fi)	Földner 1995	rozpětí 0-1; nízká $TM < 0,3$, střední $TM = 0,3-0,5$, vysoká $TM = 0,5-0,7$, velmi vysoká diferenciaci $TM > 0,7$
	Výšková diferenciaci	TM_h (Fi)	Földner 1995	

	Korunová diferenciace	K (J&Di)	Jaehne, Dohrenbusch 1997	nízká K < 1,0, střední K = 1,0-1,5, vysoká K = 1,5-2,0, velmi vysoká diferenciace K > 2
Komplexní diverzita	Porostní diverzita	B (J&Di)	Jaehne, Dohrenbusch 1997	monotónní struktura B < 4, nerovnoměrná struktura B = 6-8, velmi různorodá struktura B > 9

Analýza hlavních komponentů (PCA) byla provedena v programu CANOCO (© Microcomputer Power) pro zhodnocení vztahů mezi strukturou porostu, produkčními parametry a variantami druhového složení. Data byla před analýzou zlogaritmována a standardizována. Výsledky vícerozměrné PCA analýzy byly vizualizovány ve formě ordinačního diagramu. Grafické znázornění tloušťkové a výškové struktury bylo vytvořeno v programu Microsoft Excel.

5. Výsledky

5.1. Produkce porostu

Stromy s největší průměrnou výčetní tloušťkou „dbh“ (udávaná v cm) se nacházejí na TVP 3 (58,5 cm) a TVP 4 (53,1 cm), kde je stoprocentní zastoupení smrku. Stromy s nejmenší tloušťkou se nacházejí na TVP 1 (41,3 cm) a TVP 2 (37,6 cm), kde je stoprocentní zastoupení buku (Tab. 2).

Tabulka 2: Základní porostní charakteristiky sdruženého porostu na trvale výzkumných plochách 1-10 v roce 2019 diferencovaně dle variant druhového složení.

TVP	dbh (cm)	h (m)	f	v (m ³)	N (ks.ha ⁻¹)	G (m ² .ha ⁻¹)	V (m ³ .ha ⁻¹)	HDR	CPA (ha.ha ⁻¹)	CC (%)	SDI
BK 100 %											
1	41,3	25,78	0,481	1,661	192	25,6	319	62,4	1,59	71,7	0,41
2	37,6	23,06	0,493	1,262	288	31,8	364	61,3	1,88	90,3	0,53
SM 100 %											
3	58,5	29,72	0,375	2,992	160	42,9	480	50,8	2,35	65,4	0,51
4	53,1	22,76	0,467	2,354	224	49,0	528	42,9	2,37	73,5	0,61
SM 25 % + BK 75 %											
5	51,3	22,94	0,431	2,042	240	49,3	489	44,7	2,32	87,3	0,65
6	43,3	24,57	0,464	1,678	304	44,5	509	56,7	2,52	96,6	0,67
SM 50 % + BK 50 %											
7	49,7	20,33	0,491	1,935	288	55,5	557	40,9	2,63	97,1	0,78
8	55,1	23,10	0,435	2,397	208	49,3	499	41,9	2,33	93,0	0,64
SM 75 % + BK 25 %											
9	47,3	23,50	0,480	1,984	288	50,5	571	49,7	2,75	97,5	0,73
10	50,4	24,91	0,433	2,152	304	60,4	654	49,4	3,14	93,9	0,80

Vysvětlivky: TVP: trvale výzkumná plocha, dbh: průměrná výčetní tloušťka kmene, h: průměrná výška stromů, f: výtvarnice, v: objem středního kmene, N: počet stromů, G: kruhová základna, V: zásoba porostu, HDR: štíhlostní koeficient, CPA: plocha korunových projekcí, CC: stupeň zápoje, SDI: zakmenění.

Výška „h“ (udávaná v m) je největší u TVP 1 (25,78 m), kde je stoprocentní zastoupení buku, ale ještě o něco větší výška je u TVP 3 (29,72 m) se stoprocentním zastoupením smrku (Tab. 2).

Objem středního kmene „v“ (udávaný v m³) je největší na TVP 3 (2,992 m³), kde je stoprocentní zastoupení smrku a o něco nižší hodnota, ale stále jedna

z větších se nachází na TVP 8 (2,397 m³). Nejnižší hodnoty objemu středního kmene se nacházejí na TVP 1 (1,661 m³) a TVP 2 (1,262 m³) u varianty se stoprocentním zastoupením buku (Tab. 2).

Nejvyšší počet stromů „N“ (udávaný v ks.ha⁻¹) se nachází na ploše TVP 6 (304 ks.ha⁻¹), varianta s většinovým zastoupením buku (75 %), a TVP 10 též (304 ks.ha⁻¹). Nejméně stromů je na TVP 1 (192 ks.ha⁻¹), u varianty se stoprocentním zastoupením buku a ještě o něco méně na TVP 3 (160 ks.ha⁻¹), ve variantě se stoprocentním zastoupením smrku (Tab. 2).

Kruhová základna „G“ (udávaná v m².ha⁻¹) je největší u TVP 10 (60,4 m².ha⁻¹), s většinovým zastoupením smrku (75 %), a TVP 7 (55,5 m².ha⁻¹), se zastoupením smrku a buku po padesáti procentech. Nejmenší kruhová základna se nachází u TVP 1 (25,6 m².ha⁻¹) a TVP 2 (31,8 m².ha⁻¹), obě tyto varianty mají stoprocentní zastoupení buku (Tab. 2).

Nejvyšší produkce „V“ (udáváno v m³.ha⁻¹) byla zaznamenána na plochách s většinovým zastoupením smrku (75 %), ne však celkovým, jsou to TVP 9 (571 m³.ha⁻¹) a TVP 10 (654 m³.ha⁻¹). Naopak nejnižší produkce „V (m³.ha⁻¹)“ byla zjištěna na plochách se stoprocentním zastoupením buku, což jsou TVP 1 (319 m³.ha⁻¹) a TVP 2 (364 m³.ha⁻¹). Z výsledků je patrné, že čím vyšší zastoupení smrku, tím vyšší produkce, neplatí to však pro plochy se stoprocentním zastoupením smrku (Tab. 2).

Štíhlostní koeficient „HDR“ je nejvyšší u TVP 1 (62,4 m³.ha⁻¹) a TVP 2 (61,3 m³.ha⁻¹). Nejnižší hodnota štíhlostního koeficientu je u TVP 8 (41,9), kde je zastoupení smrku i buku po padesáti procentech. Podobná hodnota koeficientu je u TVP 4 (42,9), se stoprocentním zastoupením smrku (Tab. 2).

Korunová projekce „CPA“ (udávaná ha.ha⁻¹) má nejvyšší hodnoty u TVP 9 (2,75 ha.ha⁻¹) a TVP 10 (3,14 ha.ha⁻¹), obě plochy jsou ve variantě s pětasedmdesáti procentním zastoupením smrku (Tab. 2).

Stupeň zápoje „CC“ (uváděno v %), má nejvyšší hodnoty u TVP 9 (97,5 %), s pětasedmdesáti procentním zastoupením smrku, a TVP 7 (97,1 %), s padesáti procentním zastoupením smrku a buku. Nejnižší hodnoty korunové projekce jsou

u TVP 1 (71,7 %), se stoprocentním zastoupením buku, a ještě nižší hodnota je u TVP 3 (65,4 %), se stoprocentním zastoupením smrku (Tab. 2).

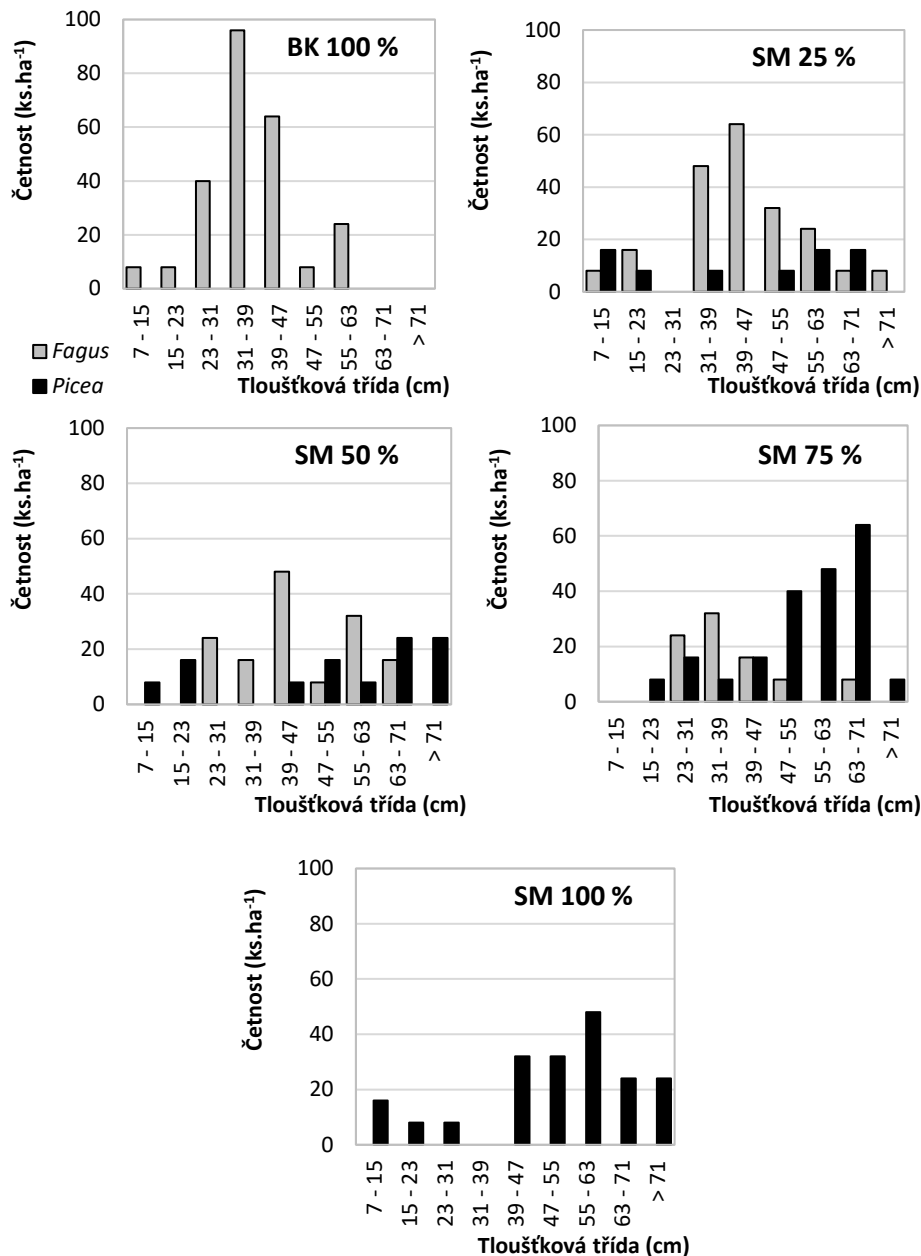
Nejvyšší zakmenění „SDI“, bylo na měřeno na TVP 7 (0,78), s padesátiprocentním zastoupením smrku a buku, TVP 10, bylo naměřeno zakmenění na (0,80), kde je varianta s pětasedmdesátiprocentním zastoupením smrku. Nejnižší hodnota je u TVP 1 (0,41) u varianty se stoprocentním zastoupením smrku a TVP 3 (0,51), se stoprocentním zastoupením smrku (Tab. 2).

5.2. Tloušťková a výšková struktura

Na všech výzkumných plochách viz. obr. č. 10., je vidět největší zastoupení buku v tloušťkových třídách mezi 31-47 cm. U porostu se stoprocentním zastoupením buku se v tloušťkové třídě 31-39 cm nachází okolo 100 (ks.ha^{-1}), což je nejvíce u buku ze všech měřených výzkumných ploch.

Smrk se na všech zkoumaných plochách vyskytuje napříč věkovými třídami. U TVP s většinovým zastoupením smrku (75 %) má smrk největší zastoupení v tloušťkovém stupni 63-71 cm a to okolo 60 (ks.ha^{-1}), což je nejvíce u smrku, ze všech výzkumných ploch.

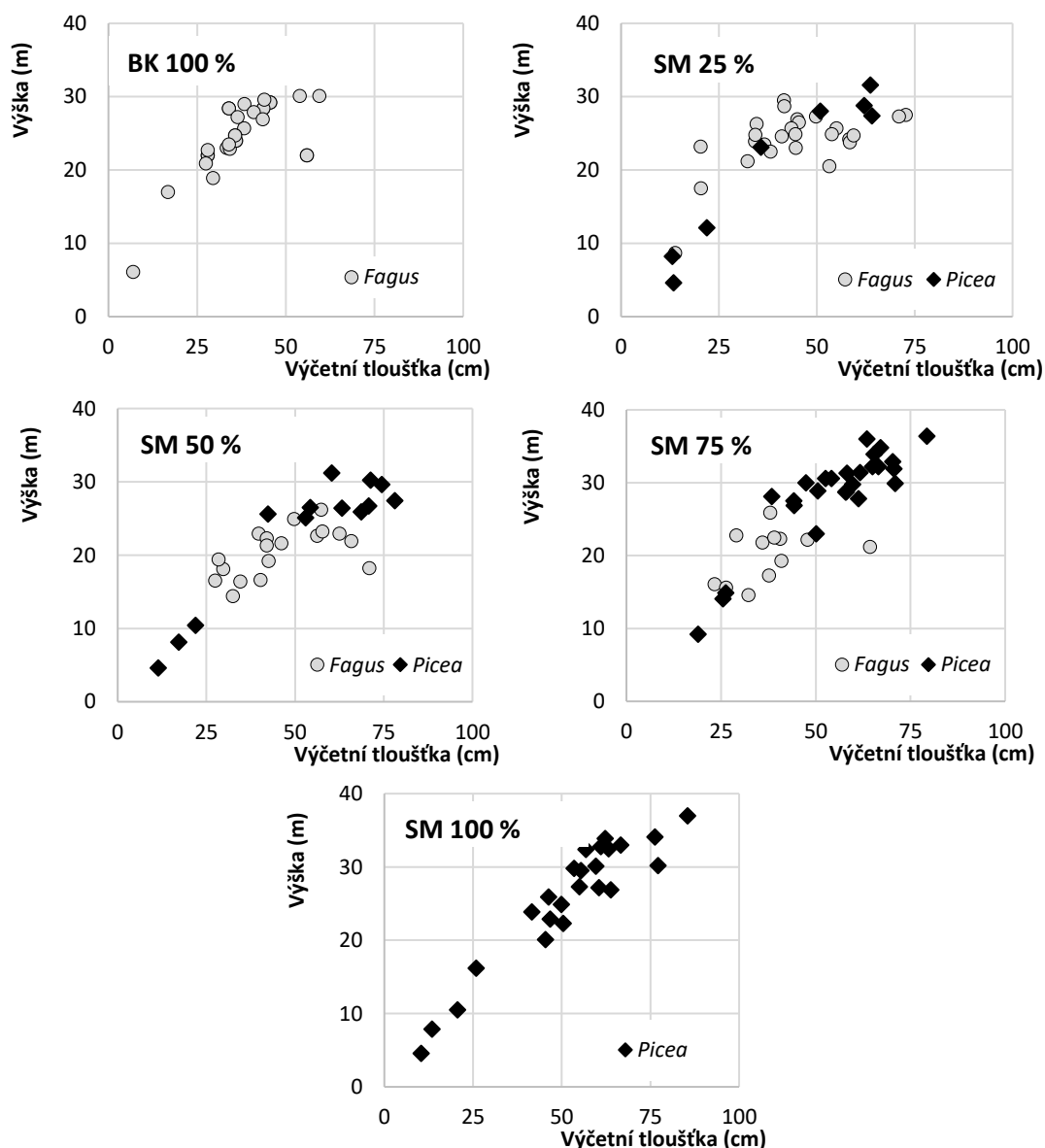
U všech ploch je vidět zastoupení v podobě Gaussovy křivky. U TVP 1 a 2, kde je stoprocentní zastoupení buku a u TVP 5 a 6, kde je zastoupení smrku s pětadvaceti procenty, můžeme vidět rozdělení středové. Nadále je vidět pravostranné zastoupení u TVP 7 a 8 s padesáti procenty smrku a buku. Toto pravostranné zastoupení se nachází i u porostů se sedmdesátipěti procentním zastoupením smrku TVP 9 a 10 a u porostů se stoprocentním zastoupením smrku TVP 3 a 4.



Obrázek 10: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně dle variant druhového složení.

Dále na obr. č. 11. můžeme vidět závislost výšky stromů na jejich výčetní tloušťce diferencovaně dle variant dřevin. Největší zastoupení výčetních tloušťek u buku je převážně od 25 do 50 cm, jedině u TVP s většinovým zastoupením buku je nemalá část výšek i od 50 do 75 cm, to samé platí i pro TVP s padesátiprocentním zastoupením buku a smrku. U výšek je největší zastoupení od 20 do 30 m, i když u TVP s padesátiprocentním podílem smrku i buku je docela podstatné zastoupení buku u výšek od cca 14 do 20 m, to samé platí i pro TVP s většinovým podílem smrku (75 %).

Největší zastoupení výčetních tloušťek u smrku je mezi 50 a 75 cm a výšky 20 až 30 m. Podstané zastoupení smrku je i u výšek od 30 do 40 m, a to u TVP s většinovým podílem smrku (75 %) a u TVP se stoprocentním zastoupením smrku. Celkově, smrk se ve smíšených porostech na TVP nachází v horní etáži, buk pak ve střední. V dolní etáži pak opět dominuje smrk.

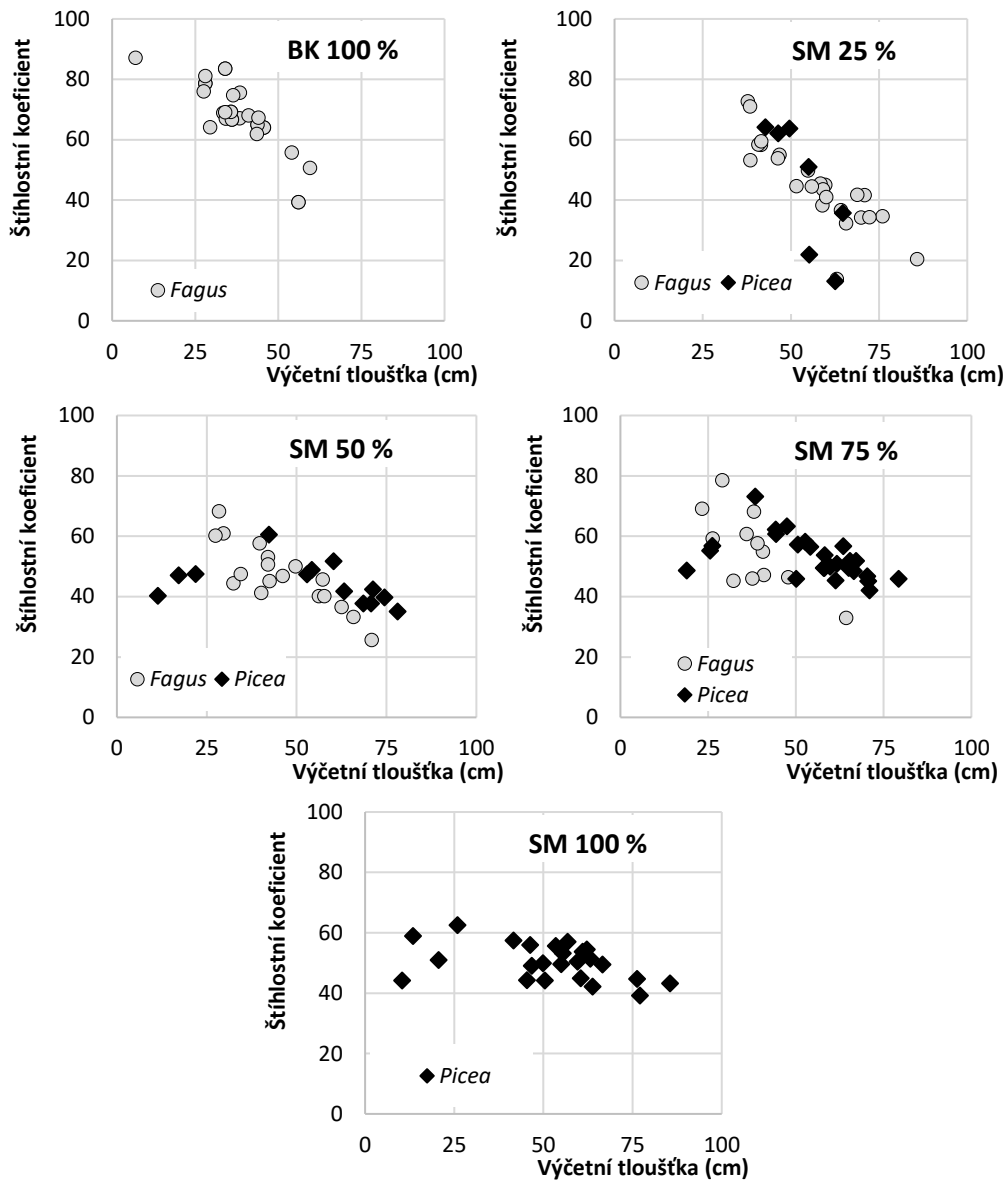


Obrázek 11: Závislost výšky stromů na jejich výčetní tloušťce diferencovaně dle variant dřevin.

Závislost štíhlostního koeficientu na výčetní tloušťce diferencovaně dle variant dřevin je prezentován na obr. č. 12. Štíhlostní koeficient buku se pohybuje u TVP se stoprocentním zastoupením buku nejčastěji mezi 60 a 80 u výčetních tloušťek

25 až 50 cm. U TVP s většinovým zastoupením buku (75 %) se pohybuje š.k. okolo 40 a výčetní tloušťky 50 až 75 cm. U smíšených porostů s padesátiprocentním zastoupením buku i smrku a u TVP s většinovým zastoupením smrku (75 %) se nejčastěji pohybuje š. k. buku mezi 40 a 60 s rozmezím nejčastějších výčetních tloušťek 25 až 75 cm.

U smrku jsou hodnoty štíhlostního koeficientu nejčastěji okolo 40 až 60 a u výčetních tloušťek různorodé. Největší výskyt tloušťek se nachází mezi 50 a 75 cm a to převážně u TVP ve smíšených porostech, kde je zastoupení buku i smrku padesát na padesát procent, u porostu s většinovým zastoupením smrku (75 %) a u porostu se stoprocentním zastoupením smrku. U smíšené TVP s nejmenším zastoupením smrku (25 %) se nachází š.k. nejvíce okolo 60. Celkově š.k. u obou dřevin exponenciálně klesá s rostoucí výčetní tloušťkou, přičemž větší variabilita je u smrku (oproti buku) a při menších výčetních tloušťkách.



Obrázek 12: Závislost štíhlostního koeficientu na výčetní tloušťce diferencovaně dle variant dřevin.

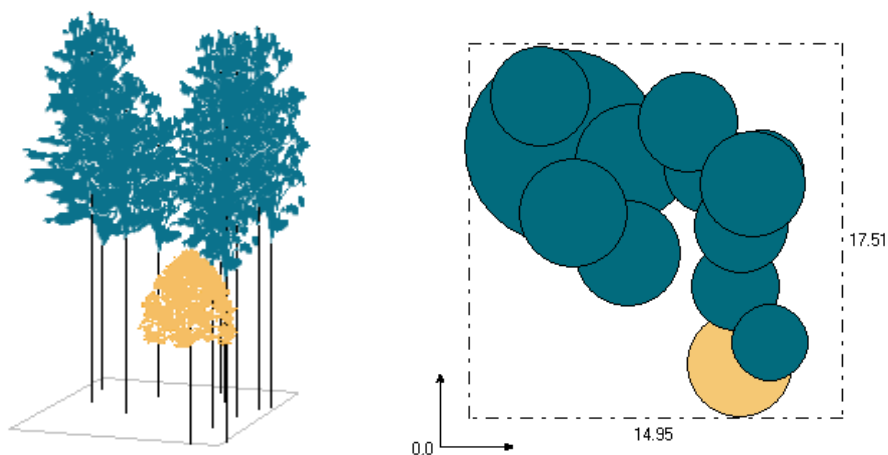
5.3. Biodiverzita

Horizontální struktura stromového patra, pod kterou spadá agregační index „R (C&Ei)“ (CLARK&EVANS, 1954), je na všech TVP shlukovitá s tendencí k náhodnosti, až na TVP 5, kde porost přechází do pravidelného rozmístění (Tab. 3). Horizontální a vertikální struktura porostů na TVP 1–10 je graficky znázorněna na obr. č. 13 – 22.

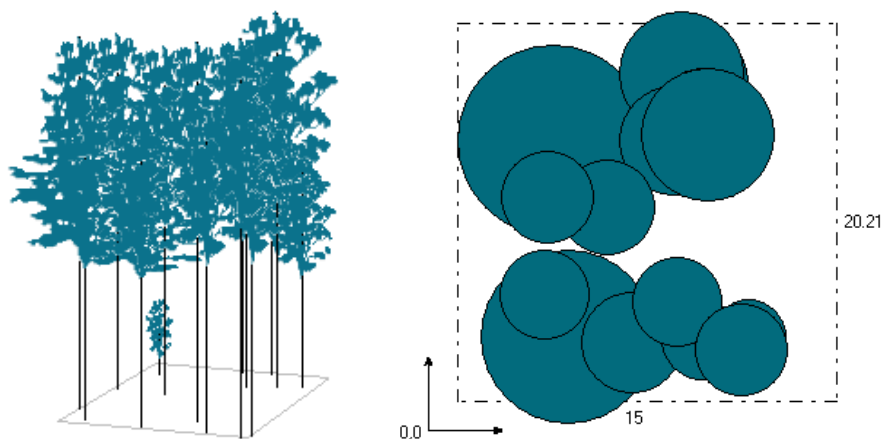
Tabulka 3: Základní ukazatelé strukturální a celkové diverzity sdruženého porostu na trvale výzkumných plochách 1-10 v roce 2019 diferencovaně dle variant druhového složení.

TVP	R (C&Ei)	A (Pi)	S				B (J&Di)
			(J&Di)	TMd (Fi)	TMh (Fi)	K (J&Di)	
BK 100 %							
1	0,664	0,599	0,269	0,247	0,153	0,555	2,921
2	0,647	0,632	0,594	0,292	0,241	1,636	4,609
SM 100 %							
3	0,561	0,316	0,306	0,146	0,141	0,513	2,323
4	0,814	0,726	0,606	0,296	0,292	1,132	4,408
SM 25 % + BK 75 %							
5	1,202	0,532	0,839	0,457	0,282	1,994	6,445
6	0,838	0,677	0,651	0,243	0,195	1,266	4,546
SM 50 % + BK 50 %							
7	0,748	0,639	0,832	0,385	0,327	1,331	5,377
8	0,667	0,430	0,538	0,340	0,167	0,980	4,143
SM 75 % + BK 25 %							
9	0,860	0,457	0,481	0,269	0,158	0,821	3,702
10	0,718	0,684	0,744	0,264	0,226	1,261	5,082

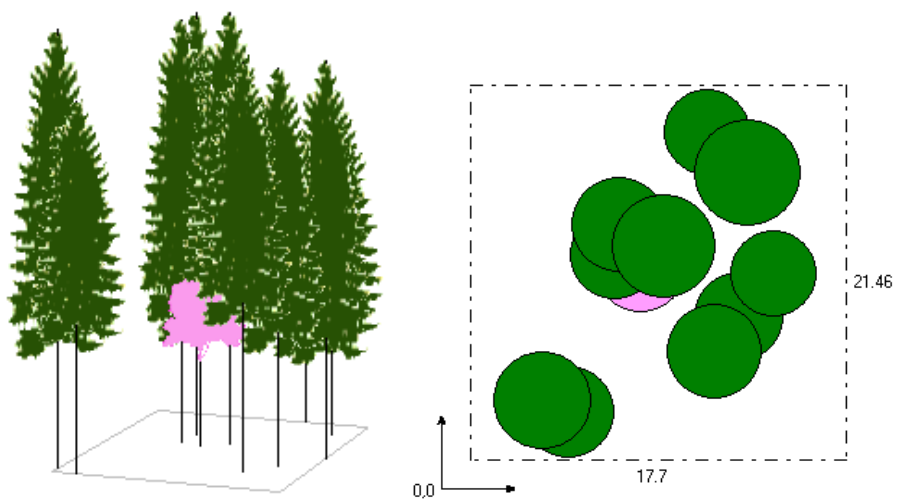
Vysvětlivky: R (C&Ei): Agregační index, A (Pi): Arten – profil index, S (J&Di): Vertikální diverzita, TMd (Fi): Tloušťková diferenciacie, TMh (Fi): Výšková diferenciacie, K (J&Di): korunová diferenciacie, B (J&Di): Porostní diverzita.



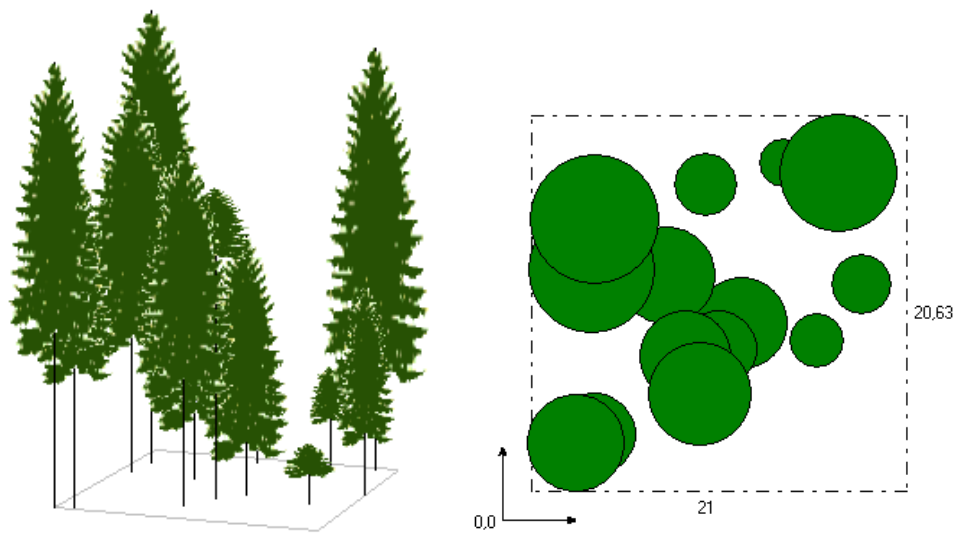
Obrázek 13: Vizualizace vertikální a horizontální struktury bukového porostu s vtroušeným javorem klenem na TVP 1 (varianta 100 % BK) v roce 2019.



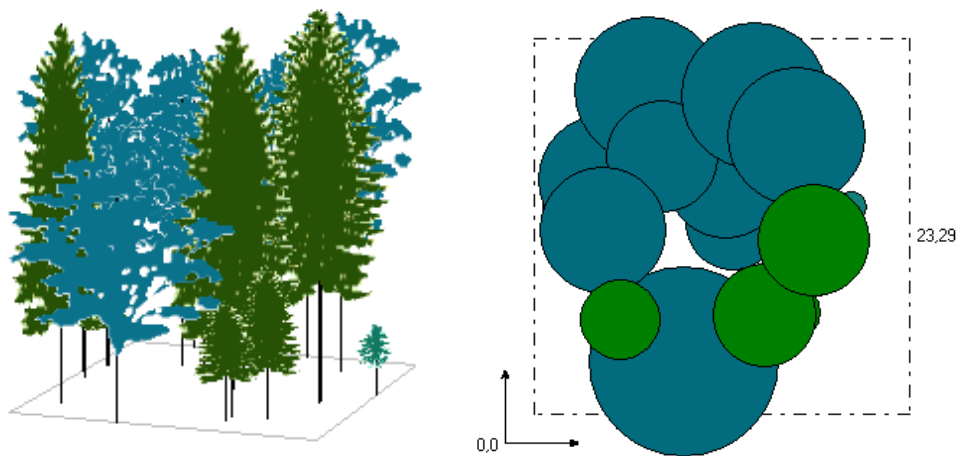
Obrázek 14: Vizualizace vertikální a horizontální struktury bukového porostu na TVP 2 (varianta 100 % BK) v roce 2019.



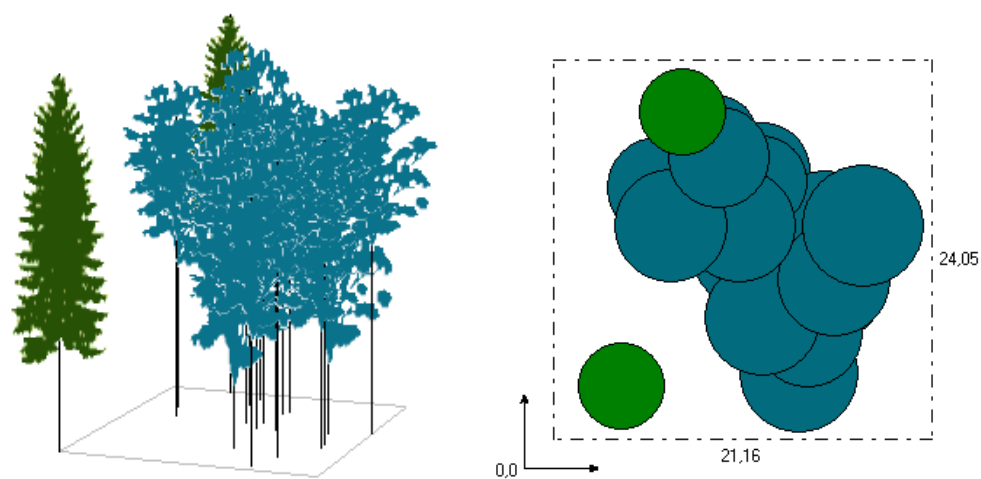
Obrázek 15: Vizualizace vertikální a horizontální struktury smrkového porostu s vtroušeným jeřábem ptačím na TVP 3 (varianta 100 % SM) v roce 2019.



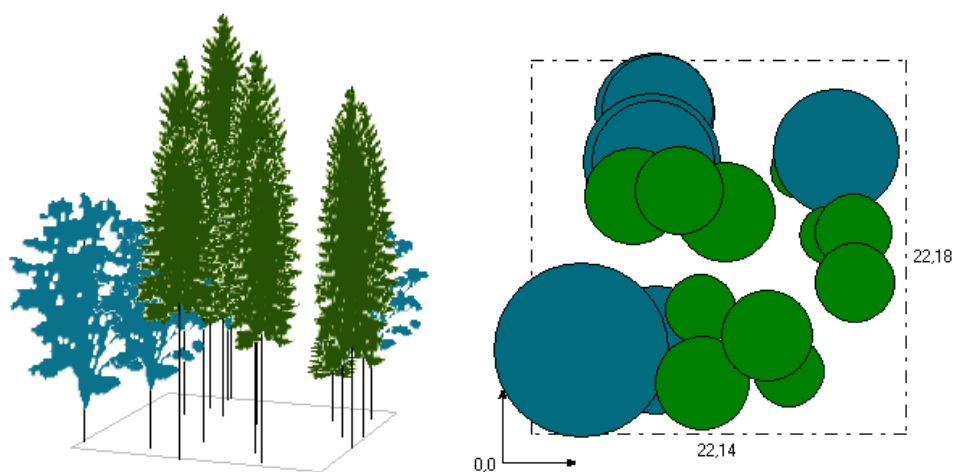
Obrázek 16: Vizualizace vertikální a horizontální struktury smrkového porostu na TVP 4 (varianta 100 % SM) v roce 2019.



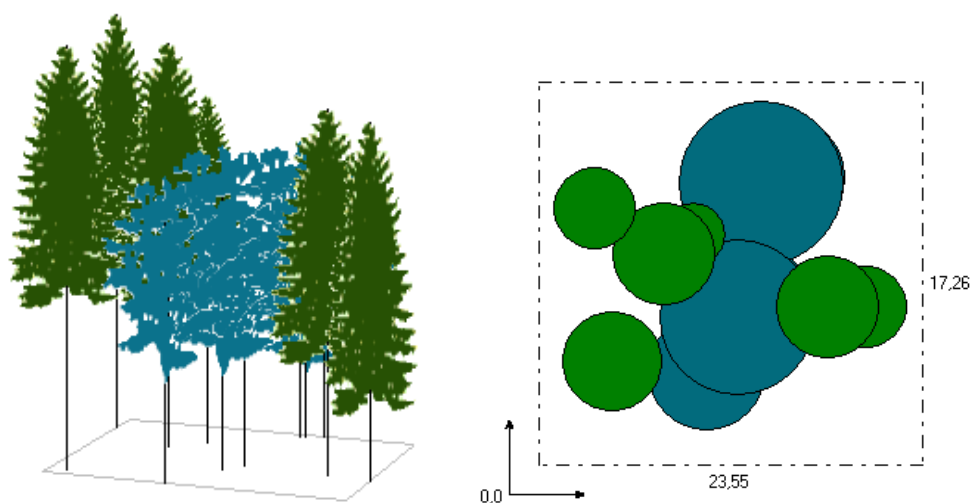
Obrázek 17: Vizualizace vertikální a horizontální struktury bukového porostu s příměsí smrku a vtroušenou jedlí bělokou na TVP 5 (varianta 25 % SM a 75 % BK) v roce 2019.



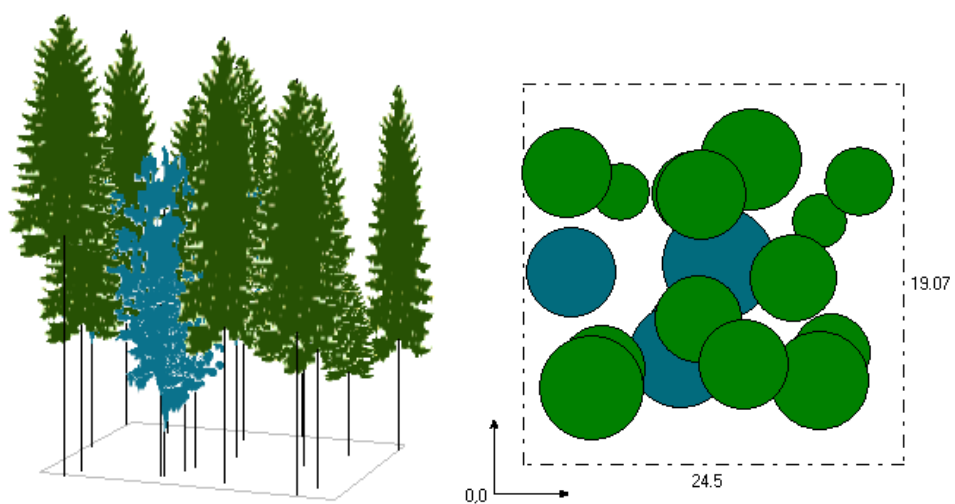
Obrázek 18: Vizualizace vertikální a horizontální struktury bukového porostu s příměsí smrku a vtroušenou jedlí bělokorou na TVP 6 (varianta 25 % SM a 75 % BK) v roce 2019.



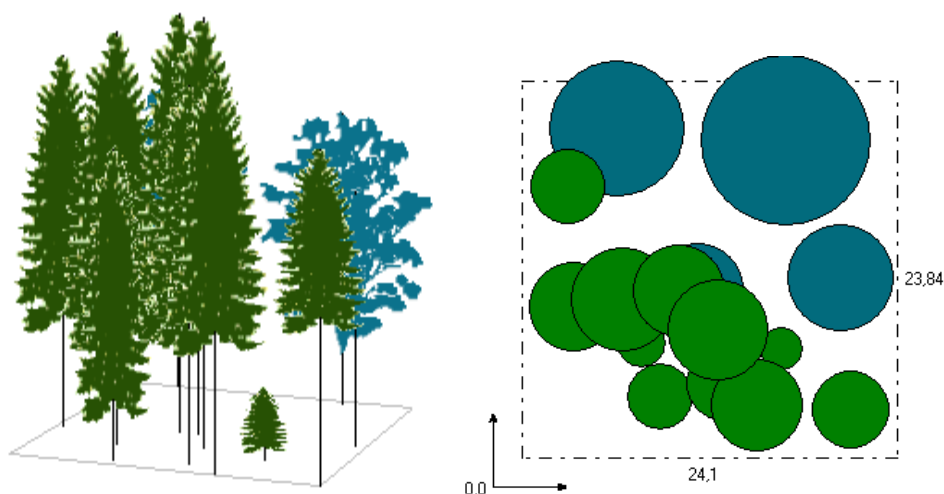
Obrázek 19: Vizualizace vertikální a horizontální struktury bukosmrkového porostu na TVP 7 (varianta 50 % SM a 50 % BK) v roce 2019.



Obrázek 20: Vizualizace vertikální a horizontální struktury buk-smrkového porostu na TVP 8 (varianta 50 % SM a 50 % BK) v roce 2019.



Obrázek 21: Vizualizace vertikální a horizontální struktury smrkového porostu s příměsí buku na TVP 9 (varianta 75 % SM a 25 % BK) v roce 2019.



Obrázek 22: Vizualizace vertikální a horizontální struktury smrkového porostu s příměsí buku na TVP 10 (varianta 75 % SM a 25 % BK) v roce 2019.

U struktury vertikální, kde se nachází Arten-profil index „A“ podle PRETZSCH (2006), jsou všechny TVP charakterizovány střední vertikální strukturou (Tab. 3).

Dále se u vertikální struktury nacházejí hodnoty vertikální diverzity „S“, podle (JAEHNE, DOHRENBUSCH 1997). Vertikální diverzita je ze všech měřených TVP převážně vysoká, až velmi vysoká. Konkrétně vysoká je na TVP 2, se stoprocentním zastoupením buku, TVP 4, se stoprocentním zastoupením smrku, TVP 6, s většinovým zastoupením buku (75 %) a TVP 8, s padesáti procentním zastoupením buku a smrku. Velmi vysoká diverzita je na TVP 5, s většinovým zastoupením buku (75 %), TVP 7, s padesátiprocentním zastoupením buku a smrku a TVP 10, s většinovým zastoupením smrku (75 %). Následuje vertikální diverzita střední a nízká, pro střední je to: TVP 3, se stoprocentním zastoupením smrku a TVP 9, s většinovým zastoupením smrku (75 %). Nízká vertikální diverzita je pouze u TVP 1, se stoprocentním zastoupením buku (Tab. 3).

U strukturální diferenciace rozlišujeme – tloušťkovou, výškovou a korunovou diferenciaci (Tab. 3). Tloušťkovou diferenciaci „TmD“, (FÜLDNER 1995) mají většinou všechny TVP až na tři výjimky nízkou. Jsou to TVP 1 a 2, kde je stoprocentně zastoupený buk, TVP 3 a 4, kde je stoprocentně zastoupený smrk, TVP 6 s většinovým zastoupením buku (75 %), TVP 9 a 10 s většinovým zastoupením smrku (75 %). Střední hodnoty tloušťkové diferenciace, jsou u TVP

5 s většinovým zastoupením buku (75 %), u TVP 7 a 8, s padesátiprocentním zastoupením smrku i buku (Tab. 3).

U výškové diferenciaci „TMh“ (FÜLDNER 1995) jsou převážně všechny plochy v nízkém stupni diverzity, jen jedna ve stupni středním. V nízkém stupni jsou TVP 1 a 2 se stoprocentním zastoupením buku, TVP 3 a 4, se stoprocentním zastoupením buku, TVP 5 a 6, s většinovým zastoupením buku (75 %), TVP 8, s padesáti procenty zastoupení smrku buku, TVP 9 a 10 s většinovým zastoupením smrku (75 %). Ve středním stupni je u výškové diferenciaci TVP 7, s padesáti procenty zastoupení smrku a buku (Tab. 3).

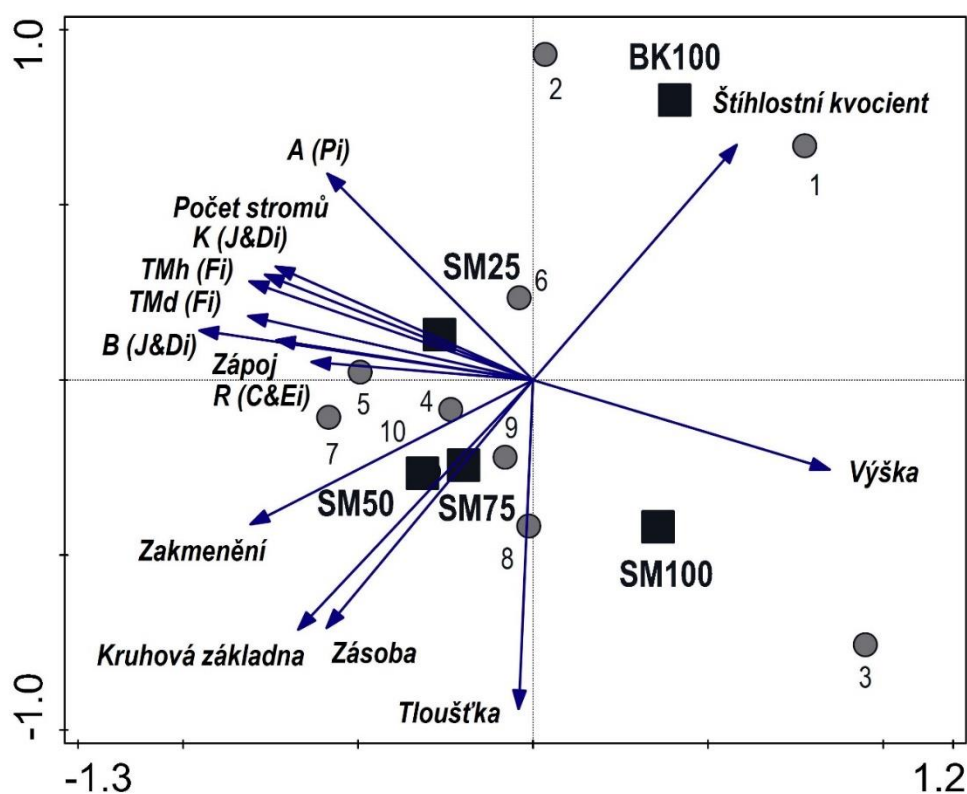
U korunové diferenciaci „K“, (JAEHNE, DOHRENSBUCH 1997), je polovina ploch v nízké diferenciaci a zbytek ve střední a vysoké. V nízké diferenciaci se nacházejí TVP 1, se stoprocentním zastoupením buku, TVP 3, se stoprocentním zastoupením smrku, TVP 8, s padesáti procenty smrku a buku, TVP 9 a 10 s většinovým zastoupením smrku (75 %). Ve střední korunové diferenciaci to jsou: TVP 4, se stoprocentním zastoupením smrku, TVP 6, s většinovým zastoupením buku (75 %) a TVP 7, s padesáti procenty zastoupením smrku a buku. U vysoké korunové diferenciaci je TVP 2, se stoprocentním zastoupením buku a TVP 5, s většinovým zastoupením buku (75 %) (Tab. 3).

Komplexní diverzita „B“, (JAEHNE, DOHRENBUSCH 1997), kde kvantifikátorem je porostní diverzita, se nachází většina TVP na rozmezí monotónní a nerovnoměrné struktury. Jsou to TVP 2 se stoprocentním zastoupením buku, TVP 4 se stoprocentním zastoupením smrku, TVP 6 s většinovým zastoupením buku (75 %), TVP 7 a 8 se zastoupením smrku a buku na padesát procent a TVP 10 s většinovým zastoupením smrku (75 %). Monotónní struktura je u TVP 1 se stoprocentním zastoupením buku, TVP 3 se stoprocentním zastoupením smrku a TVP 9 s většinovým zastoupením smrku (75 %). Nerovnoměrná struktura je u TVP 5 s většinovým zastoupením buku (75 %) (Tab. 3).

5.4. Interakce mezi produkcí, diverzitou, strukturou a dřevinami

Výsledky PCA vyjadřující vztah mezi produkcí, strukturou a diverzitou jednotlivých dřevin z TVP 1–10 z oblasti I. zóny NP Bažinky jsou prezentovány

formou ordinačního diagramu na obr. č. 23. První ordinační osa prezentuje 51,1 %, první dvě osy 74,4 % a čtyři osy dohromady vysvětlují 92,0 % variability dat. Osa x představuje zápoj a horizontální strukturu porostu, zatímco osa y reprezentuje průměrnou tloušťku porostu. Zásoba porostu je pozitivně korelována s kruhovou základnou a zakmeněním, naopak tyto parametry jsou negativně korelovány se štíhlostním kvocientem. S klesající průměrnou výškou a zvyšujícím se počtem stromů a zápojem se zvyšuje strukturální a celková diverzita porostu. Nejmenší vysvětlující proměnou je zápoj porostu. Z diagramu vyplývá rozdíl mezi jednotlivými plochami a sledovanými variantami druhového složení. Největší porostní zásoba je charakteristická pro smíšené porosty s podílem SM 50 % a BK 50 % a SM 75 % a BK 25 %, naopak u porostu tvořeného 100 % BK je porostní zásoba nejmenší. Smrkový porost (100 % SM) je charakteristický nízkou biodiverzitou a vysokou průměrnou výškou, naopak nejvyšší biodiverzita byla zjištěna u varianty SM 25 % a BK 75 %.



Obrázek 23: Ordinační diagram zobrazující výsledky PCA závislosti mezi variantami druhového složení (SM 100 %, SM 75 % a BK 25 %, SM 50 % a BK 50 %, SM 25 % a BK 75 %, BK 100 %), porostními charakteristikami (Výška, Tloušťka, Počet stromů, Zásoba, Kruhová základna, Štíhlostní kvocient, Zakmenění, Zápoj), strukturou a diverzitou (A – Arten-profil index, R – agregační index, TM_d – tloušťková

diferenciace, TM_h – výšková diferenciace, K – korunová diferenciace, B – celková porostní diverzita);
symboly znázorňují ■ varianty druhového složení a ● trvale výzkumné plochy.

6. Diskuze

Z výsledků produkce porostů na TVP na lokalitě Bažinky vyplývá, že největší porostní zásoba je u porostů s většinovým zastoupením smrku (75 %) – 654 m³.ha⁻¹ a 571 m³.ha⁻¹, nejnižší je na TVP se stoprocentním zastoupením buku – 319 a 364 m³.ha⁻¹. Jak můžeme porovnat s prací VACEK, Z. et al. (2019), zabývající se smíšenými porosty v Jizerských horách, nejvyšší hodnoty zásoby byly na TVP, jak s dominancí smrku (60 %), tak buku (77 %) s hodnotami 731 m³.ha⁻¹ a 710 m³.ha⁻¹. Nejnižší zásoba byla u porostu se stoprocentním zastoupením smrku – 441 m³.ha⁻¹ a u většinového zastoupení smrku (70 %) zásoba dosahovala 626 m³.ha⁻¹. Podobně KRÁLÍČEK et al. (2017) se zabýval smíšenými porosty s dominantním zastoupením buku (55-88 %) v Orlických horách. Nejvyšší hodnoty u zásoby uvádí 536 m³.ha⁻¹ a 470 m³.ha⁻¹. Nejnižší hodnoty zásoby byly 239 m³.ha⁻¹ a 303 m³.ha⁻¹, což jsou ještě nižší hodnoty než u studovaných TVP na lokalitě Bažinky. Hodnoty porostní zásoby uvádí i VACEK, S. et al. (2019), a to nejvyšší hodnoty – 699 m³.ha⁻¹ u TVP se zastoupením buku 60 %, a poté u TVP se zastoupením buku 82 %, kde porostní zásoba dosahovala 612 m³.ha⁻¹. U práce VACEK, Z. (2017) byla nejvyšší produkce u TVP s většinovým zastoupením smrku (73 %) – 408 m³.ha⁻¹, a opět u TVP s většinovým zastoupením smrku (72,5 %) – 400 m³.ha⁻¹. Nejnižší hodnoty zásoby byly 207 m³.ha⁻¹ u TVP s 37 % zastoupením smrku a 53 % buku, zbytek tvořila jedle, a 220 m³.ha⁻¹ u TVP s 46 % podílem smrku a 38 % buku, zbytek opět tvořila jedle. To je podobné i s variantami TVP v této diplomové práci, kde je zastoupení smrku a buku po padesáti procentech. Celkově vyšší produkční potenciál smíšených bukosmrkových porostů oproti monokulturám potvrzuje také práce PRETZSCH et al. (2010), zabývající se smíšenými lesy v Německu, Polsku a Švýcarsku. Vyšší produkční potenciál smíšených porostů smrku a modřínu (o 29 %) a borovice s bukem (36 %) byl zjištěn také v práci PRETZSCH, BIBER (2016). Navíc VACEK, Z. et al. (2019) uvádí, že smrk byl ve směsi s bukem z hlediska vlivu klimatických extrémů a znečištění odolnější než ve smrkových monokulturách.

Kruhová základna je největší na plochách s většinovým zastoupením smrku (75 %) – 60,4 m².ha⁻¹, a se zastoupením smrku a buku po padesáti procentech – 55,5

$\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, naopak nejmenší na plochách se stoprocentním zastoupením buku – 25,6 a $31,8 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$. V porovnání s prací VACEK, Z. et al. (2019), kde byla největší kruhová základna u TVP s většinovým zastoupením smrku (60 %) – $50,4 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, a $48,0 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ u TVP s většinovým zastoupením buku (77 %). Nejnižší hodnoty kruhové základny byly zjištěny u TVP se stoprocentním zastoupením smrku – $36 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, a $43,4 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ s většinovým zastoupením smrku (70 %). Jak uvádí KRÁLÍČEK et al. (2017), kde jsou TVP s dominantním zastoupením buku (55-88 %), byly nejvyšší hodnoty $50,4 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ a $47,0 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$. Nejnižší hodnoty pak dosahovaly $36,4 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ a $38,5 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$. U TVP v práci VACEK, S. et al. (2019) byla kruhová základna nejvyšší u porostů s 46 % zastoupením buku – $47,0 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, a $46,1 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ s 60 % zastoupením buku, tyto TVP jsou poměrně druhově podobné, s variantami TVP 7 a 8 s padesáti procentním zastoupením buku a smrku v této diplomové práci. Nejnižší hodnoty byly u TVP s 98 % buku, ale naopak i u TVP s (15 %) buku. Například VACEK, Z. (2017) popisuje, že nejvyšší kruhová základna byla u TVP s největším zastoupením smrku (73 %) – $49,6 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, a také opět u TVP s největším zastoupením smrku (72,5 %) – $46,4 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$. Nejnižší kruhová základna byla jenom o něco málo menší než u předchozích TVP s největším základnou, a to – $44,7 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, u TVP se zastoupením buku (53 %) a smrku (38 %). U TVP se zastoupením buku (38 %) a smrku s (46 %), je druhá nejnižší hodnota a to – $45,6 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$.

Z hlediska tloušťkové struktury, na všech výzkumných plochách na lokalitě Bažinky je vidět největší zastoupení buku v tloušťkových třídách mezi 31-47 cm. U porostu se stoprocentním zastoupením buku se v tloušťkové třídě 31-39 cm nachází okolo 100 ($\text{ks} \cdot \text{ha}^{-1}$), což je nejvíce u buku ze všech měřených výzkumných ploch. Smrk se na všech zkoumaných plochách vyskytuje napříč věkovými třídami. U TVP s většinovým zastoupením smrku (75 %) má smrk největší zastoupení v tloušťkovém stupni 63-71 cm, a to okolo 60 ($\text{ks} \cdot \text{ha}^{-1}$), což je nejvíce u smrku ze všech výzkumných ploch. U práce VACEK, Z. (2017) je vidět, že ze všech TVP bylo největší zastoupení buku (38 %) na TVP 1 v tloušťkové třídě 4-8 cm a s počtem 130 ($\text{ks} \cdot \text{ha}^{-1}$). Smrk měl největší zastoupení na TVP 3 s většinovým zastoupením smrku (75 %) a to v tloušťkové třídě 8-12 cm s počtem 175 ($\text{ks} \cdot \text{ha}^{-1}$). Například VACEK, S. et al. (2019) uvádí, že ze všech TVP bylo

největší zastoupení buku v tloušťkové třídě 8,1-12 cm, s cca 60 (ks.ha⁻¹) na TVP 4 s většinovým zastoupením buku (82 %) a smrku (11 %) a taktéž u smrku na TVP 4, bylo největší zastoupení v tloušťkové třídě 40,1-44 cm, s cca 10 (ks.ha⁻¹). Z práce VACEK, Z. et al. (2019) je patrné, že ze všech TVP bylo největší zastoupení smrku i buku na TVP 1, kde byl smrk s většinovým zastoupením (75 %) v tloušťkové třídě 32-36 cm a počtem 80-90 ks (ks.ha⁻¹). U buku to byl tloušťkový stupeň 4-8 cm a počet 40 (ks.ha⁻¹).

Horizontální struktura porostů je v zájmové lokalitě převážně shlukovitá až náhodná, jen u jedné plochy s tendencí k pravidelnosti. Jak uvádí KRÁLÍČEK et al. (2017), u horizontální struktury převažovalo u většiny smíšených porostů v Orlických horách náhodné rozmístění, naopak u práce VACEK, Z. (2017), převažuje u smíšených porostů struktura pravidelná. Převahu k pravidelnosti horizontální struktury stromového patra uvádí i VACEK, Z. et al. (2019). U TVP Bažinky, je vertikální struktura u všech TVP střední. Stejně hodnoty u vertikální struktury jako na lokalitě Bažinky uvádí i MIKULENKA et al. (2020) ve smíšených jedlosmrkových porostech v Jeseníkách a taktéž i KRÁLÍČEK et al. (2017) z bukosmrkových porostů v Orlických horách. Naopak VACEK, Z. (2017) uvádí vysokou vertikální struktura na všech TVP.

Strukturální tloušťková diference je převážně u všech studovaných TVP nízká a u tří TVP je střední. Z práce MIKULENKA et al. (2020) vyplývá, že tloušťková diference byla u dvou TVP nízká u dvou střední a jedné vysoká. Kupříkladu VACEK, Z. (2017) uvádí jednu TVP s vysokou tloušťkovou diferenciací a zbytek TVP v hodnotách střední diference. Podle prací VACEK, Z. et al. (2019) a KRÁLÍČEK et al. (2017) je tloušťková diference u všech TVP převážně střední. Strukturální výšková diference je pouze u jedné TVP střední, u zbylých TVP je nízká. Převážně nízké hodnoty výškové diference dokumentuje i MIKULENKA et al. (2020). Tyto samé hodnoty uvádí i VACEK, Z. et al. (2019), jen u jedné TVP byla naopak diference nízká. Rozdílné hodnoty jsou u práce VACEK, Z. (2017), kde všechny TVP dosahovaly střední diference a jedna TVP vysoké. Strukturální korunová diference je u poloviny TVP nízká, u zbytku TVP je střední a vysoká. Podle MIKULENKA et al. (2020) u TVP převládala nízká a u dvou TVP vysoká korunová diference.

Z hlediska celkové diverzity je komplexní diverzita u studovaných šesti TVP mezi monotónní a nerovnoměrnou strukturou. U zbylých TVP je pouze u jedné nerovnoměrná struktura a u zbytku TVP monotónní. U práce MIKULENKA et al. (2020), se nacházejí jedlosmrkové porosty v Jeseníkách také mezi monotónní a nerovnoměrnou strukturou, ale nepřevládají a jsou na půl s monotónní strukturou a jen u jedné, jako tomu bylo i u TVP Bažinky, je jedna TVP s nerovnoměrnou strukturou. Například KRÁLÍČEK et al. (2017) uvádí u všech TVP nerovnoměrnou strukturu a totéž uvádí i VACEK, Z. et al. (2019). Skoro u všech TVP uvádí velmi různorodou strukturu VACEK, Z. (2017), u jedné TVP byla nerovnoměrná struktura. Obdobně z výzkumu dalších studovaných porostů v Krkonošském národním parku vyplývá, že nerovnoměrná struktura a vysoká celková diverzita byla zjištěna u smíšených bukosmrkových porostů, naopak velmi nízká diverzita charakterizující monotónní nebo rovnoměrnou strukturu byla zjištěna u smrkových a bukových monokultur (VACEK, S. et al. 2010).

7. Závěr

Tato diplomová práce byla zaměřena na strukturu a produkci porostů v I. zóně Krkonošského národního parku, v lokalitě Bažinky. Výzkumná plocha Bažinky slouží již šedesát let k monitorování porostů ponechaných samovolnému vývoji. Na všech plochách dochází k malému vývojovému cyklu a k přirozenému zmlazování porostů. Z výsledků vyplývá, že nejvyšší produkce byla naměřena ve smíšených porostech se zastoupením smrku 50 % a více, naopak nejnižší produkce byla zjištěna v porostech se 100 % zastoupením buku. Z hlediska stability se jeví v porostech jako nejvhodnější varianta vyrovnaný podíl smrku a buku. Z hlediska struktury, vyšší vertikální diverzita a strukturální diference byla zjištěna u smíšených porostů při porovnání s monokulturami smrku a buku. Nejvyšší celková diverzita byla stanovena u zastoupení smrku 25 % a buku 75 % a následně smrku 50 % a buku 50 %, naopak nejnižší celková diverzita byla u smrkových a bukových monokultur. Z produkčního hlediska lze v obdobných porostních a stanovištních podmínkách doporučit porostní směs s vyšším podílem smrku (50–75 %) a nižším zastoupením buku (25–50 %). Z hlediska stability a diverzity porostů je přitom důležité podpořit vtroušené dřeviny, zejména jedli bělokorou, javor klen, jilm horský a jeřáb ptačí.

8. Použitá literatura,

BAADER, G. (1942): Forsteinrichtung als nachhaltige Betriebsführung und Betriebsplanung. (1. Aufl., 2. Aufl. 1945), Frankfurt a. M.

BERCHA, J. (2006): Jedle bělokorá. Lesnická práce [online]., roč. 85, č.01/06 [28. 3. 2016]. Dostupné z www: <http://www.lesprace.cz/casopislesnicka-prace-archiv/rocnik-85-2006/lesnicka-prace-c-01-06/konference-jedle-belokora-2005>.

CLARK, P.J., EVANS, F.C. (1954): Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology* 35, s. 445 – 453.

CROOKSTON, N.L., STAGE, A.R. (1999): Percent canopy cover and stand structure statistics from the Forest Vegetation Simulator. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-24. Ogden, UT. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 11 s.

ČERVENÝ, J. et al. (1984): Podnebí a vodní režim ČSSR. SZN Praha.

ČÍŽEK, J., KRATOCHVÍL, F., PEŘINA, V. (1959): Přeměny monokultur. 1. vyd. SZN, Praha, 191 s.

FABRIKA, M., ĎURSKÝ, J. (2005): Algorithms and software solution of thinning models for SIBYLA growth simulator. *Journal of Forest Science*, 51(10): s. 431 – 445.

FLOUSEK, J., HARTMANOVÁ, O., ŠTURSA, J., POTOCKI, J., eds. (2007): Krkonoše. Příroda, historie, život. Nakl. Miloš Uhlíř – Baset, Praha: 864 s.

FORST, P., HENDRYCH, V., ZEŽULA, A., CABAN, J. (1985): Ochrana lesů a přírodního prostředí, Praha, SZN, 409 s.

FÜLDNER, K. (1995): Strukturbeschreibung in Mischbeständen. *Forstarchiv* 66. s. 235 – 606.

GÖMÖRY, D., LONGAUER, R. (2014): Lesnická genetika. LDF. Mendelova univerzita, Brno, 137 s.

GRATZER, G., DARABANT, A., CHHETRI, P. B. et al. (2004): Interspecific variation in the response of growth, crown morphology and survivorship to light for six tree

species in the conifer belt of the Bhutan. Canadian Journal of Forest Research, 34(5): s. 1093 – 1107.

CHMELARĚ, J. (1983): Dendrologie s ekologií lesních dřevin, část druhá – Hospodářsky významné listnáče. Vysoká škola zemědělská v Brně, Praha, SPN, 133 s.

JAEHNE, S., DOHRENBUSCH, A. (1997): A method to evaluate forest stand diversity. Forstwis. Centralblatt: s. 333 – 345.

JANOTKA, M., LINHART, K. (1987): Řemesla našich předků. Nakladatelství Svoboda. Praha, 208 s.

KADLUS, Z. (1971): Výzkum obnovy porostů z hlediska časového a prostorového uspořádání. In: Konference o výzkumu pěstování lesa a jeho perspektivách. Opočno, VÚLHM, s. 147 – 152.

KENNEL, R. (1965): Untersuchungen über die Leistung von Fichte und Buche im Rein- und Mischbestand. Allg. Forst – u. Jagdztg., 136: 149 – 161, 173 – 189.

KORPEL', Š. (1989): Pralesy Slovenska. 1. vyd. Veda, Bratislava, 332 s.

KORPEL', Š., SANIGA, M. (1995): Prírode blízke pestovanie lesa. Zvolen, ÚVVP LVH SR Zvolen, 158 s.

KORPEL', Š. et al. (1991): Pestovanie lesa. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 465 s.

KORPEL', Š., VINŠ, B. (1965): Pestovanie jedle. Bratislava, SVPL: 342 s.

KRÁLÍČEK, I., VACEK, Z., VACEK, S., REMEŠ, J., BULUŠEK, D., KRÁL, J., ŠTEFANČÍK, I., PUTALOVÁ, T. (2017): Dynamics and structure of mountain autochthonous spruce-beech forests: impact of hilltop phenomenon, air pollutants and climate. Dendrobiology, 77: 119 – 137.

KUPKA, I. (2004): Přirozená a umělá obnova, jejich přednosti, omezení a nevýhody. In: Přirozená a umělá obnova – přednosti, nevýhody a omezení. Kostelec nad Černými lesy, 100 s.

LEIBUNDGUT, H. (1993): Europäische Urwälder. Paul Haupt, Bern, 350 s.

- MATĚJKA, K., VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V. (2010): Development of forest soils in the Krkonoše Mts. in the period 1980-2009. *Journal of Forest Science*, 56(11): 485 – 504.
- MATĚJŮ, L. (2013): Krkonoše, Podkrkonoší. Kartografie, Praha.
- MÍCHAL, I. et al. (1992): Obnova ekologické stability lesů. Praha, 770 s.
- MIKULENKA, P., PROKŮPKOVÁ, A., VACEK, Z., VACEK, S., BULUŠEK, D., SIMON, J., ŠIMŮNEK, V., HÁJEK, V. (2020): Effect of climate and air pollution on radial growth of mixed forests: *Abies alba* Mill. vs. *Picea abies* (L.) Karst. *Central European Forestry Journal*, 66: 23 – 36.
- MIKULKA A. (1976): Naše stromy a keře. Mladá fronta, Praha, 188 s.
- MUSIL, I., HAMERNÍK, J. (2007): Jehličnaté dřeviny. Přehled nahosemenných a výtrusných rostlin. *Lesnická dendrologie 1*. Praha, Academia, 352 s.
- MUSIL, I., MÖLLEROVÁ, J. (2005): *Lesnická dendrologie 2*. Listnaté dřeviny: přehled dřevin v rámci systému rostlin krytosemenných. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Lesnická a environmentální fakulta, 216 s.
- MZE (2018): Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2017. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- MZE (2018): Oblastní plán rozvoje lesa – PLO – 22. Krkonoše. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- NEHYBA, J. (2015): LHC Harrachov. Lesní hospodářský plán. Platnost 2015 – 2024. Textová část. Správa Krkonošského národního parku.
- NOŽIČKA, J. (1959): Z historie krkonošských lesů na Jilemnicku. *Práce VÚL ČSR* 16: 235 – 251.
- NOŽIČKA, J. (1961): Vývoj krkonošských lesů na Vrchlabsku a Maršovsku. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti ČSAZV. Zbraslav – Strnady, 228 s.
- NÜSSLEIN, S. (1993): Fichten-Reinbestand und Fichten-Buchen-Mischbestand im Leistungsvergleich. *Allg. Forstzeitschrift*, 48: 682 – 684.

- PAULE, L. (1992): Genetika a šľachtenie lesných drevín. Príroda a.s., Bratislava, 304 s.
- PETRÁŠ, R., PAJTIK, J. (1991): Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. Lesnícky časopis, 37(1), s. 49 – 56.
- PICKETT, S. T., WHITE, P.S. (Eds.). (2013): The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Elsevier, 472 s.
- POLANSKÝ, B. (1960): Náměty na zpřesnění pojmu výběrného hospodářství a jeho principů. Lesnictví, 6: 225 – 258.
- POLANSKÝ, B. (1961): Úprava pasečných způsobů pro možnost uplatnění principů výběrného hospodářství. Lesnictví, 7: 339 – 368.
- POLANSKÝ, B. et al. (1956): Pěstění lesů III. Praha.
- POLENO, Z. (1979): Metodika produkčního srovnávání smíšených a stejnorodých porostů. Práce VÚLHM, 54: 189 – 207.
- POLENO, Z., VACEK, S. et al. (2007): Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 464 s.
- POLENO, Z., VACEK, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 952 s.
- POLENO, Z., VACEK, S. et al. (2011): Pěstování lesů I. Ekologické základy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 320 s.
- PRETZSCH, H. (2006): Wissen nutzbar machen für das Management von Waldökosystemen. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 61: 1158 – 1159.
- PRETZSCH, H. (2009): Forest Dynamics, Growth and Yield. Springer Berlin Heidelberg, 617 s.
- PRETZSCH, H., BIBER, P. (2016): Tree species mixing can increase maximum stand density. Canadian Journal of Forest Research, 46(10): 1179 – 1193.
- PRETZSCH, H., BLOCK, J., DIELER, J., DONG, P. H., KOHNLE, U., NAGEL, J., ZINGG, A. (2010): Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient. *Annals of Forest Science*, 67(7), s. 712.

- PRŮŠA, E. (1985): Die böhmischen und mährischen Urwälder – ihre Struktur und Ökologie. Vegetace ČSSR, Ser A, 15:1 – 577. Academia, Praha.
- REINEKE, L.H. (1933): Perfecting a stand density index for even-aged forests. Journal of Agricultural Research, 46(7), s. 627 – 638.
- SANIGA, M., SCHÜTZ, J.P. (2001): Dynamics of changes in dead wood share in selected beech virgin forests in Slovakia within their development cycle. J. For. Sci., 47: 12: 557 – 565.
- SCHWARZ, O. (1997): Rekonstrukce lesních ekosystémů Krkonoš. Provozní příručka. Vrchlabí, Správa KRNAP, 174 s.
- SLANAŘ, J., VACEK, Z., VACEK, S., BULUŠEK, D., CUKOR, J., ŠTEFANČÍK, I., KRÁL, J. (2017): Long-term transformation of submontane spruce-beech forests in the Jizerské hory Mts.: dynamics of natural regeneration. Central European Forestry Journal, 63(4): 213 – 225.
- SLÁVIK, M. (2004): Lesnická dendrologie. V Praze: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická dřevařská, 80 s.
- SLAVÍKOVÁ, J. (1986): Ekologie rostlin. Praha, SPN, 366 s.
- TOLASZ, R., MÍKOVÁ, T., VALERIÁNOVÁ, A., VOŽENÍLEK, V. (2007): Climate atlas of Czechia. Czech Hydrometeorological Institute, Prague, 256.
- TOMASZEWSKI, J., T. (1994): Rodzaje cieków górskich terenów Karkonoszy. In: TOMASZEWSKI J. T. (ed.): Problemy hydrologii regionalnej. Materiały Ogólnopolskiej Konf. Hydrograficznej, Karpacz, 26-28 IX 1994. Inst. Geogr. UW: 104 – 109.
- ÚRADNÍČEK, L. (2003): Lesnická dendrologie I (Gymnospermae). V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 100 s.
- ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P., TICHÁ, S., KOBLÍŽEK, J. (2009): Dřeviny České republiky. Lesnická práce, s.r.o. Brno, 368 s.
- VACEK, S. (1981): Vyhlídky na úspěch přirozené obnovy v ochranných horských lesích Krkonoš. Lesnická práce, 60: 3: 118 – 124.

VACEK, S. (1982): Ekologické aspekty dekompozice biomasy v autochtonních ochranných smrčínách. Zprávy lesnického výzkumu 27: 2: 5 – 11.

VACEK, S. (2006): Vztah lesního hospodářství a ochrany přírody. In: Hlavní problémy lesnictví – 9. sněm lesníků. Sborník referátů. Hradec Králové, 1.6.2006, Praha, ČLS, LČR, s. p., MZe, s. 26 – 35.

VACEK, S., MATĚJKA, K. (2010): State and development of phytocenoses on research plots in the Krkonoše Mts. forest stands. *Journal of Forest Science*, 56(11): 505 – 517.

VACEK, S., BÍLEK, L., SCHWARZ, O., HEJCMANOVÁ, P., MIKESKA, M. (2013): Effect of air pollution on the health status of spruce stands. *Mountain Research and Development*, 33(1): 40 – 50.

VACEK, S., BULUSEK, D., VACEK, Z., BILEK, L., SCHWARZ, O., SIMON, J., STICHA, V. (2015): The role of shelterwood cutting and protection against game browsing for the regeneration of silver fir. *Austrian Journal of Forest Science*, 132(2): 81 – 102.

VACEK, S., HEJCMAN, M. (2012): Natural layering, foliation, fertility and plant species composition of a *Fagus sylvatica* stand above the alpine timberline in Giant (Krkonoše) Mts., Czech Republic. *European Journal of Forest Research*, 131(3): 799 – 810.

VACEK, S., PROKŮPKOVÁ, A., VACEK, Z., BULUŠEK, D., ŠIMŮNEK, V., KRÁLÍČEK, I., PRAUSOVÁ, R., HÁJEK, V. (2019): Growth response of mixed beech forests to climate change, various management and game pressure in Central Europe. *Journal of Forest Science*, 65(9): 331 – 345.

VACEK, S., REMEŠ, J., VACEK, Z., BÍLEK, L., ŠTEFANČÍK, I., BALÁŠ, M., PODRÁZSKÝ, V. (2018): Pěstování lesů. 1. vyd. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, 391 s.

VACEK, S., SIMON, J., REMEŠ, J. et al. (2007): Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 447 s.

VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARZ, O., et al. (2010): Struktura a vývoj lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 568 s.

VACEK, S., VAŠINA, V., MAREŠ, V. (1987): Analýza autochtonních smrkobukových porostů SPR V bažinkách. Opera Corcontica, 24: 95 – 132.

VACEK, Z. (2017): Structure and dynamics of spruce-beech-fir forests in Nature Reserves of the Orlické hory Mts. in relation to ungulate game. Central European Forestry Journal, 63: 23 – 34..

VACEK, Z., VACEK, S., SLANAŘ, J., BÍLEK, L., BULUŠEK, D., ŠTEFANČÍK, I., KRÁLÍČEK, I., VANČURA, K. (2019): Adaption of Norway spruce and European beech forests under climate change: from resistance to close-to-nature silviculture. Central European Forestry Journal, 65: 129 – 144.

VICENA, I., PAŘEZ, J., KONÔPKA, J. (1979): Ochrana lesa proti polomům. Praha.

ZAKOPAL, V. (1957): Několik poznatků z Opočenska o porostních převodech na výběrný tvar. Lesnická práce, 30: 156 – 160.

ZAKOPAL, V. (1959): Studie u nás vytvořených tvarů výběrného lesa. Lesnictví, 5: 11: 995 – 1012.

ZAKOPAL, V. (1960): Zachycení dalších tvarů výběrného lesa u nás. Sborník ČSAZV – Lesnictví, 6: 33: 181 – 200.

ZAKOPAL, V. (1964): Převody pasečných tvarů na výběrné. In: Výzkumná stanice Opočno. Opočno, VÚLHM VS, s. 53 – 60.

ZAKOPAL, V. (1965a): Jak lépe využít přirozenou obnovu při podrobném hospodářství. Lesnická práce, 44: 2: 60 – 64.

ZAKOPAL, V. (1965b): Zhodnocení vývoje převodů pasečných tvarů na výběrné na Opočensku. Práce VÚLHM, 30: 225 – 271.

ZAKOPAL, V. (1968): Vývoj převodů pasečných tvarů na výběrné v nejnižších polohách Opočenska se zvláštním zřetelem na využití smrku. Práce VÚLHM, 36: 151 – 179.

ZAKOPAL, V. (1971): Dnešní problematika výběrného lesa a jeho výzkumu a využívání výběrných principů při podrobném hospodářství, In: Aktuální a perspektivní problémy výzkumu v pěstování lesů. Opočno, VÚLHM VS, s. 168 – 174.

ZATLOUKAL, V. (1998): Cíle lesního hospodářství a ochrany přírody v lesích. In: Obhospodařování lesa podle zásad PRO SILVA. Seminář k trvale udržitelnému obhospodařování lesa. Křtiny 2.-3. 4. 1998. s. 27 – 35.