

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Vliv zvěře na strukturu a produkci smrkových porostů ve
výškovém gradientu v severní části CHKO Jeseníky**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Praha 2021

Vypracoval: Jan Paul

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce:	Jan Paul
Studijní program:	Lesnictví
Obor:	Provoz a řízení myslivosti
Vedoucí práce:	Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.
Garantující pracoviště:	Katedra pěstování lesů
Jazyk práce:	Čeština
Název práce:	Vliv zvěře na strukturu a produkci smrkových porostů ve výškovém gradientu v severní části CHKO Jeseníky
Název anglicky:	Effect of game on structure and production of spruce forest stands in altitudal gradient in northern part of PLA Jeseníky
Cíle práce:	Získat poznatky o struktuře a produkce smrkových porostů ve výškovém gradientu v oblasti polesí Domašov a Městských lesů Bělá pod Pradědem s akcentem na škody zvěří.
Metodika:	<ul style="list-style-type: none">- Rozbor problematiky škod způsobených zvěří na lesních porostech, a to zejména na stanovištích horských smrčín v Evropě se zaměřením na porosty v severní části CHKO Jeseníky.- Charakteristika zájmové oblasti CHKO Jeseníky a zejména pak stanovištních a porostních poměrů lesních porostů na území Domašov a Městských lesů Bělá pod Pradědem.- Charakteristika vybraných trvale výzkumných ploch v dominantních smrkových porostech v zájmové oblasti.- Standardní biometrická měření jedinců stromového patra a hodnocení škod zvěří na jednotlivých TVP.- Aplikace standardních biometrických a matematicko-statistických metod.- Vyhodnocení struktury, diverzity a produkce smrkových porostů včetně škod zvěří na jednotlivých TVP v severní oblasti CHKO Jeseníky.- Využití získaných poznatků o struktuře a vývoji smrkových porostů v Jeseníkách pro tvorbu přírodě blízkého managementu péstebního a mysliveckého managementu v obdobných stanovištních a porostních poměrech, a to zejména pro zvýšení stability a odolnosti porostů.
Doporučený rozsah práce:	Minimálně 30 stran textu.
Klíčová slova:	struktura a vývoj porostů, produkce, biodiverzita, horské smrkové porosty, škody zvěří, CHKO Jeseníky
Doporučené zdroje informací:	<ol style="list-style-type: none">1. CUKOR, J., VACEK, Z., LINDA, R., VACEK, S., MARADA, P., ŠIMÓNEK, V., HAVRÁNEK, F. (2019): Effects of Bark Stripping on Timber Production and Structure of Norway Spruce Forests in Relation to Climatic Factors. <i>Forests</i>, 10(4), 320.2. KRÁL, J., VACEK, S., VACEK, Z., PUTALOVÁ, T., BULUŠEK, D., ŠTEFANČÍK, I. (2015): Structure, development and health status of spruce forests affected by air pollution in the western Krkonoše Mts. in 1979–2014. <i>Forestry Journal</i>, 61: 175-187.3. 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.4. 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.5. 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.6. VACEK, S., MOUCHA, P. et al. (2012): Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR. Praha, Ministerstvo životního prostředí, 896 s.7. VACEK, S., VACEK, Z., BÍLEK, L., NOSKOVÁ, I., SCHAWARZ, O. (2010): Structure and development of forest stands on permanent research plots in the Krkonoše Mts. <i>Journal of Forest Science</i>, 56: 11: 518-530.8. 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.9. VACEK, Z., VACEK, S., BÍLEK, L., KRÁL, J., REMEŠ, J., BULUŠEK, D., KRÁLÍČEK I. (2014): Ungulate Impact on Natural Regeneration in Spruce-Beech-Fir Stands in Černý důl Nature Reserve in the Orlické Hory Mountains, Case Study from Central Sudetes. <i>Forests</i>, 5: 2929-2946.10. VACEK, Z. (2017): Structure and dynamics of spruce-beech-fir forests in Nature Reserves of the Orlické hory Mts. in relation to ungulate game. <i>Central European Forestry Journal</i>, 63: 1: 23-34.

Předběžný termín obhajoby: 2019/20 LS - FLD

Elektronicky schváleno: 5. 6. 2019
prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 22. 2. 2020
prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.
Děkan

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Vliv zvěře na strukturu a produkci smrkových porostů ve výškovém gradientu v severní části CHKO Jeseníky** vypracoval samostatně pod vedením Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V..... dne.....

Podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Zdeňku Vackovi, Ph.D. za odborné a systematické vedení a cenné rady v průběhu zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval revírníkům za poskytnutí informací, materiálů a pomoc při výběru jednotlivých lokalit. Díky patří také rodině a přátelům za celkovou podporu při studiu.

Název práce: Vliv zvěře na strukturu a produkci smrkových porostů ve výškovém gradientu v severní části CHKO Jeseníky

Autor: Jan Paul

Abstrakt

Škody ohryzem a loupáním výrazně ovlivňují stabilitu a produkci lesních porostů. Cílem práce bylo získat poznatky o struktuře a produkci smrkových [*Picea abies* (L.) Karst] porostů ve výškovém gradientu v oblasti polesí Domašov a obecních lesů Bělá pod Pradědem s akcentem na škody zvěří. Výzkum proběhl na 16 trvale výzkumných plochách nacházejících se v nadmořské výšce od 590 do 1 120 m n. m. v severní části CHKO Jeseníky. Z výsledků vyplývá, že počet stromů se pohyboval ve smrkových porostech ve věku okolo 55 let v rozmezí 578–1 911 ks/ha a zásoba porostů v rozmezí 323–866 m³/ha. Z hlediska škod zvěří, v průměru 87,7 % stromů z celkového počtu bylo v porostech poškozeno ohryzem a loupáním. Signifikantně největší rozsah poškození stromů (38,4 % obvodu kmene) byl zjištěn v porostech v nadmořské výšce nad 1 000 m n. m. oproti níže položeným polohám. Se zvyšujícím se obvodovým poškozením se signifikantně snižovala tloušťka, výška a objem stromů. Při porovnání silně poškozených a zdravých jedinců ztráta na objemové produkci dosahovala až 63 %. Obecně s nadmořskou výškou se dále snižovala průměrná tloušťka, výška a zásoba porostů, přičemž se zvyšoval počet stromů, vertikální a celková diverzita porostu. Z důvodů velmi vysokého tlaku zvěře je zejména nutné redukovat její stavy na ekologicky únosnou mez, optimalizovat políčka pro zvěř a přezimovací obůrky, vhodně přikrmovat či podporovat reintrodukcí vlka v zájmové oblasti. Velmi důležitá je však harmonizace lesnického a mysliveckého managementu, aby nedocházelo při vysokých škodách způsobených jednak ke ztrátám na produkci, ale také kvůli sekundární hnilobě k rozpadům smrkových porostů v důsledku snížené stability.

Klíčová slova: struktura a vývoj porostů, produkce, biodiverzita, horské smrkové porosty, škody zvěří, CHKO Jeseníky

Title of thesis: Effect of game on structure and production of spruce forest stands in altitudinal gradient in northern part of PLA Jeseníky

Author's name: Jan Paul

Abstract

Game damage caused by bark stripping significantly affects the stability and production of forest stands. The aim of the thesis was to obtain knowledge about the structure and production of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst] stands in an altitude gradient in the area of Domašov and Municipal Forests Bělá pod Pradědem with an emphasis on game damage. The research was conducted to 16 permanent research plots located at an altitude of 590 to 1 120 m above sea level in the northern part of the Jeseníky Protected Landscape Area. The results show that the number of trees in Norway spruce stands around the age of 55 ranged from 578 to 1 911 pcs ha⁻¹ and the stand volume ranged from 323 to 866 m³ ha⁻¹. In terms of game damage, on average 87.7% of the trees in the total number were damaged by bark stripping in the forest stands. Significantly the largest extent of tree damage (38.4% of the trunk circumference) was found in stands at altitudes above 1 000 m above sea level compared to the stands with lower altitude. With increasing circumferential damage, the diameter, height and volume of the trees decreased significantly. When comparing heavy damaged and healthy tree individuals, the loss in volume production reached up to 63%. In general, with altitude, the average diameter, height and stand volume decreased further, while the number of trees, vertical and overall diversity of forest stands increased. Due to the very high pressure of game, it is necessary specially to reduce game population to an ecologically tolerable limit, optimize the fields for game and overwintering enclosure, appropriately feed or support the reintroduction of the wolf into the area of interest. However, the harmonization of forest and hunting management is very important, because high game damage caused not only losses in timber production, but also reduced stability of spruce stands due to secondary stem rot.

Key words: structure and dynamics of stands, production, biodiversity, mountain Norway spruce stands, game damage, PLA Jeseníky

OBSAH

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše.....	3
3.1	Smrk ztepilý.....	3
3.1.1	Popis	3
3.1.2	Ekologie a rozšíření.....	3
3.2	Struktura lesních porostů	5
3.2.1	Struktura smrkových porostů	6
3.3	Vývoj lesních ekosystémů	8
3.3.1	Velký vývojový cyklus lesa.....	8
3.3.2	Malý vývojový cyklus lesa.....	9
3.3.3	Vývoj smrkových porostů	10
3.4	Pěstování a produkce lesa	11
3.4.1	Pěstování smrkových porostů.....	11
3.4.2	Produkce smrkových porostů	12
3.5	Škody zvěří	13
3.5.1	Zvěř a smrkové porosty	13
3.5.2	Druhy zvěře poškozující smrkové porosty	17
3.5.2.2	Srnec	18
4	Metodika	19
4.1	Popis zájmové oblasti	19
4.1.1	Přírodní lesní oblast 27 – Hrubý Jeseník.....	19
4.1.2	CHKO Jeseníky	19
4.1.3	ALSOL, s.r.o., Polesí Domašov	22
4.1.4	LHC Bělá pod Pradědem.....	22

4.1.5	Trvale výzkumné plochy	23
4.2	Sběr dat	27
4.3	Analýza dat	28
5	Výsledky	30
5.1	Struktura a produkce stromového patra	30
5.2	Diverzita porostů.....	34
5.3	Škody ohryzem a loupáním	38
5.4	Interakce mezi produkcí, diverzitou, strukturou a škodami zvěří.....	39
6	Diskuze.....	41
7	Závěr	44
8	Seznam použité literatury:	45
8.1	Knižní zdroje a ostatní vědecké práce	45
8.2	Internetové zdroje	52

Seznam obrázků

Obr. 1: Areál rozšíření smrku ztepilého	4
Obr. 2: Diagram velkého a malého vývojového cyklu lesa.....	8
Obr. 3: Velký vývojový cyklus lesa	9
Obr. 4: Malý vývojový cyklus lesa.....	9
Obr. 5: Předpokládané rozšíření smrku ztepilého.....	12
Obr. 6: Změna produkce v období 2071–2100 oproti období 1961–1990	13
Obr. 7: CHKO Jeseník.....	21
Obr. 8: Polesí Domašov	22
Obr. 9: Lokalizace ploch 1.....	25
Obr. 10: Lokalizace ploch 2.....	26
Obr. 11: Grafy výčetní tloušťky, výšky, objemu kmene a obvodového poškození kmene jednotlivých stromů	30
Obr. 12: Výšková struktura jednotlivých variant	33
Obr. 13: Závislost výšky na výčetní tloušťce	34
Obr. 14: Příklad vizualizace TPV 1 v roce 2019.	36
Obr. 15: Příklad vizualizace TPV 6 v roce 2019.	36
Obr. 16: Příklad vizualizace TPV 10 v roce 2019.	37
Obr. 17: Příklad vizualizace TPV 16 v roce 2019.	37
Obr. 18: Vliv ohryzu, loupání a následné hniloby.....	38
Obr. 19: Ordinační diagram zobrazující výsledky PCA.....	40

Seznam tabulek

Tab. 1: Základní stanovištní a porostní charakteristiky trvale výzkumných ploch..	24
Tab. 2: Přehled indexů popisujících strukturu porostu a jejich interpretace	29
Tab. 3: Základní porostní charakteristiky sdruženého porostu	32
Tab. 4: Základní ukazatele diverzity sdruženého porostu.....	35
Tab. 5: Velikost obvodového poškození a podíl poškozených stromů	39

Seznam zkratek

ČR – Česká republika

CHKO – Chráněná krajinná oblast

CHS – Cílový hospodářský soubor

CPP – Celkový průměrný přírůst

IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů

IUCN – Mezinárodní svaz ochrany přírody

LHC – Lesní hospodářský celek

LHP – Lesní hospodářský plán

LVS – Lesní vegetační stupeň

NIL – Národní inventarizace lesů

NPR – Národní přírodní rezervace

PLO – Přírodní lesní oblast

PCA – Analýza hlavních komponentů

PR – Přírodní rezervace

PUPFL – Pozemek určený k plnění funkcí lesa

1 ÚVOD

Každá generace lidské společnosti odpovídá na otázku, co je to les, trochu jinak. Aby však byla definice konkrétní, věnují této otázce velkou pozornost zákonné předpisy. Například Císařský patent ze dne 3.12. roku 1852 klasifikuje pojem lesa takto „*Les jest trvale udržované organické společenstvo půdy a planě rostoucích (lesních dřevin), na souvislých plochách.*“

Zákon o lesích č. 289/1995 Sb. však definuje les jako: „*Les a lesní porosty s jejich prostředím pozemky určené k plnění funkcí lesa.*“ (Zákon č. 289/1995 Sb.).

Les však není jen společenstvím stromů, keřů a bylin. K pojmu lesní prostředí neodmyslitelně patří i jeho fauna. Je proto nutné, a je to hlavním úkolem hospodáře, tyto dvě složky udržet v rovnováze. Nejlépe tuto problematiku vyjadřuje MITSCHERLICH (1975), který les konečně chápe jako systém: „*Ekosystém zahrnuje veškerý na sobě navzájem závislý živý i neživý svět v určitém omezeném na všechny strany však otevřeném prostoru, který se odlišuje od svého okolí a je schopen až do jisté míry autoregulace. Lesní ekosystém se skládá ze živých zelených rostlin (producentů), především stromů, dále s výživou na ně odkázaných živočichů a nezelených rostlin (konzumentů), z živočichů a rostlin žijících s mrtvou organickou hmotou (destruentů) a z jejich prostředí půdy a vše obklopujícího a pronikajícího ovzduší.*“ Les tedy nejlépe vystihuje právě přívlastek lesní ekosystém, který je tak tvořen živou a neživou složkou, jakož i živočišnou a rostlinnou složkou.

Z výše zmíněného vymezení lesa, jakožto významné části přírody a planety Země, rovněž vyplývají základní zásady hospodaření s lesními porosty – vytvořit stabilní a zdravé lesní ekosystémy, které v naší krajině optimalizují všechny ekonomické, ekologické a sociální funkce společností požadované (VACEK, PODRÁZSKÝ 2006).

Je velmi důležité najít přirozenou rovnováhu mezi jednotlivými složkami lesních společenstev, tato bakalářská práce byla vytvořena právě za účelem popsat vztahy mezi jednotlivými složkami lesního ekosystému, konkrétně pak mezi lesními dřevinami a lesní zvěří.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo získat poznatky o struktuře a produkci smrkových porostů ve výškovém gradientu v oblasti polesí Domašov a obecních lesů Bělá pod Pradědem s akcentem na problematiku vztahu lesních porostů a spárkaté zvěře.

Hlavním cílem práce bylo zhodnotit vliv zvěře a nadmořské výšky na produkci, diverzitu, stabilitu a strukturu smrkových porostů na 16 trvale výzkumných plochách (15×15 m) v severní části CHKO Jeseníky.

Dílčími cíli práce pak bylo:

- zjistit dendrometrické charakteristiky ze zkusných ploch na území LHC Bělá,
- zhodnotit růstové parametry, kvantitu a kvalitu produkce, horizontální a vertikální diverzitu porostu, a tyto údaje vztáhnout k škodám zvěří na lesní porosty,
- zhodnotit škody ohryzem a loupáním a jejich vliv na produkční parametry,
- posoudit vliv nadmořské výšky na strukturu a produkci smrkových porostů,
- zhodnotit interakce mezi nadmořskou výškou, škodami zvěří, produkcí, diverzitou a strukturou smrkových porostů,
- navrhnout doporučení ochrany porostů proti škodám spárkatou zvěří v obdobných stanovištních a porostních poměrech, a to zejména pro zvýšení stability a odolnosti porostů.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst)

3.1.1 Popis

Smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst), patří do čeledi borovicovité (*Pinaceae*). Dožívá se stáří až 650 let, dorůstá výšky až 50 m a objem kmene dosahuje i přes 30 m³. Koruna je kuželovitá. Tmavě zelené jehlice dorůstají délky 2 cm. Šišťice samčího pohlaví mají tmavě červenou barvu a jsou až 2 cm dlouhé. Zralé samičí šišky jsou válcovité, nerozpadavé a převislé, mají délku až 15 cm a hnědou barvu, k fruktifikaci dochází jednou za 5–8 let. Kořenový systém je povrchový (ÚRADNÍČEK 2009). Dle Mezinárodního svazu ochrany přírody (IUCN) spadá smrk do stupně ohrožení málo dotčený (IUCN 2020). Kvůli rychlému růstu a kvalitnímu bezjadernému stejnoměrnému dřevu se stal a stále je smrk hlavní hospodářskou dřevinou (ÚRADNÍČEK 2009).

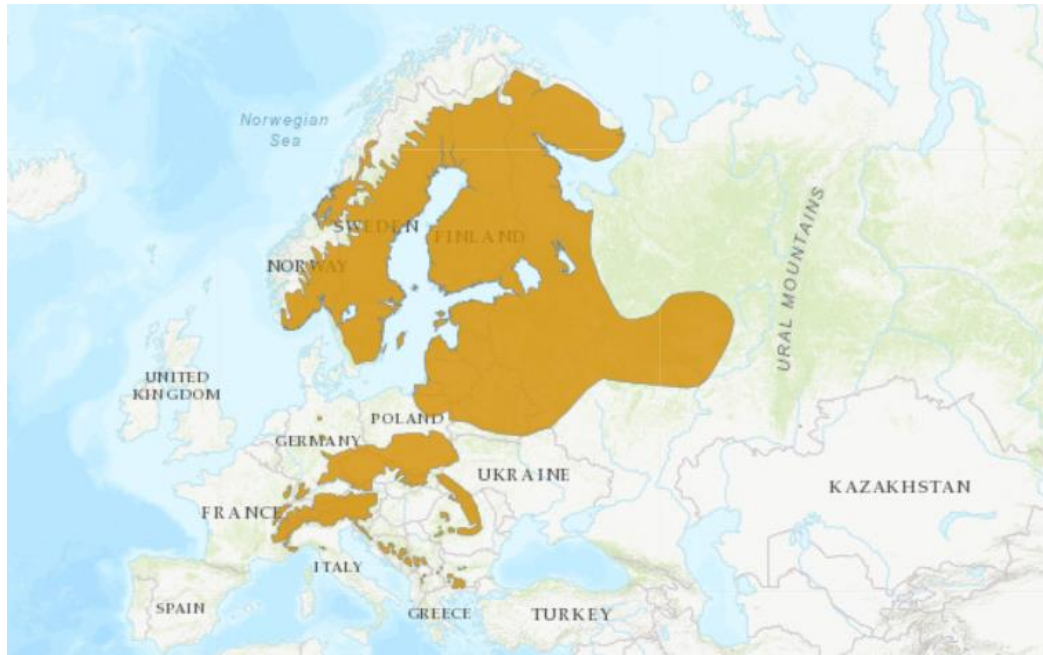
3.1.2 Ekologie a rozšíření

Jedná se o světlomilnou dřevinu, jež v mládí snáší zastínění. Porosty s převládajícím zastoupením smrku bývají semknuté a silně zastiňují půdní povrch. Dřevina je kvůli mělkému povrchovému systému velmi náročná na vodu. Daří se jí i v oblastech se stagnující vodou jako jsou rašeliniště a bažiny. Voda je pro smrk limitující faktor růstu, nesnáší také nízkou relativní vzdušnou vlhkost vzduchu. Na půdu a půdní podloží má smrk minimální nároky, nevhodné jsou pouze silně zásadité půdy. Na teplotní podmínky je nenáročný, citlivý pouze k vysokým teplotám. Dřevina je velmi málo odolná vůči větru, v důsledku toho jsou časté vývraty. Znatelné poškození může způsobit také u nížinného ekotypu sníh a námraza. Disturbance porostů zapříčiňují oxidy SO₂ a imise (ÚRADNÍČEK 2009; HIEKE 2019; BOTANY 2020).

Jedná se o dřevinu prehumidního kontinentálního klimatu. Optimální podmínky pro růst nepřevyšují teplotu 6 °C a roční úhrn srážek přesahuje 800 mm. Vhodná délka vegetačního období se v podmínkách ČR pohybuje okolo 120–130 dní (SLODIČÁK 2014).

Přírodně se smrk vyskytuje v severní a v severovýchodní Evropě (Obr. 1). Dnes je tato dřevina rozšířena prakticky po celé severní polokouli. V ČR byl v posledních 200 letech jeho přirozený areál druhotně rozšířen, a to do všech vegetačních stupňů. Převážně

na nepůvodních lokalitách vykazuje značnou ekologickou nestabilitu (ÚRADNÍČEK 2009; HIEKE 2019).



Obr. 1: Areál rozšíření smrku ztepilého (IUSN 2020).

Jeho přirozené rozšíření v ČR je v horských jehličnatých lesích a jako příměs by se měl vyskytovat v lesích v nižších nadmořských výškách, zvláště v inverzních polohách (KUBÁT 2002). Dle vegetační stupňovitosti ČR je primární oblast výskytu mezi 5. – 8. lesním vegetačním stupněm (dále jen LVS), podél toků může přirozeně sestupovat až do 4. a zcela ojediněle i do 3. LVS. Odlišnost v ekotypech vysokohorského smrku 8. LVS, horského smrku 6. – 7. LVS a chlumního smrku 5. – 4. LVS je dle morfologických a fyziologických znaků zřejmá. Z těchto rozdílů pak dále vychází i Vyhláška č. 139/2004 Sb. o přenosu lesních semen a sazenic (PILÁTOVÁ, LONGAUER 2014).

Smrk se za nejstabilnější považuje v přirozené, smíšené a různověké hercynské směsi (buk, smrk, jedle) v podmínkách 5. – 6. LVS. Z oblastí přirozeného výskytu smrku je nejméně stabilní oblast živných stanovišť 4. – 5. LVS s dostatkem vláhy, kde mají smrky tendenci k nadměrnému výškovému růstu a v kombinaci s mělkým kořenovým systémem jsou pak stromy náchylné k vývratům. Stabilita smrkových porostů rostoucí mimo oblasti svého ekologického optima je ještě výrazně nižší (NOVÁK, SLODIČÁK 2004).

Data z Národní inventarizace lesů 2 (2011–2014) (dále jen NIL2) uvádějí zastoupení smrku v podílu 43 %, jedná se dosud o nejzastoupenější dřevinu v ČR (KUČERA,

ADOLT 2019). Ve srovnání z Národní inventarizace lesů 1 (2001–2004) (dále jen NIL1) došlo k poklesu zastoupení o 1,7 % (KUČERA, ADOLT 2019). Dle Zelené zprávy z roku 2020 je pak zastoupení smrku 49,54 % a od roku 2000 je patrný pokles z celkového zastoupení 54,1 % (rozdíl v datech je dán odlišným postupem získávání informací). Střední věk je pak uváděn 63 let (MZE 2020). Doporučené zastoupení smrku dle ÚHÚL činí 36,5 %, přirozené však pouze 11,2 % (KOUBA 2002; MZE 2020).

Zájmová oblast této práce se nachází v Olomouckém kraji a v Přírodní lesní oblasti (dále jen PLO) 27. V tomto kraji je evidováno zastoupení smrku 44,2 %, přičemž zde z důvodu chřadnutí smrkových porostů došlo k poklesu o 2,3 %. Nejvýznamnější % zastoupení v rámci všech dřevin má ve věkovém stupni 101–120 let, a to 50,4 %. V PLO 27 – Hrubý Jeseník je odhad přirozené dřevinné skladby zhodnocen na 62,3 %, což je nadprůměrně oproti 36,5 % v rámci celé ČR. Změna zastoupení smrku dle nadmořské výšky mezi NIL1 a NIL2 byla nejvíce snížena v oblastech do 400 m n. m. o 2,4 %, v oblastech 400–700 m n. m. o 1,8 % a nad 700 m n. m. o 0,8 %. Plocha nesmíšených porostů v Olomouckém kraji v rámci NIL2 byla vyčíslena na 17,7 % (KUČERA, ADOLT 2019).

3.2 Struktura lesních porostů

Struktura lesa označuje souhrn vnějších i vnitřních znaků charakterizujících celé jeho vnitřní uspořádání, tzn. obraz stavu porostu zaznamenaný v určitém okamžiku (VACEK 1995). Dle druhové skladby dělíme lesní porosty na smíšené a nesmíšené. U smíšených porostů rozlišujeme dřeviny základní (nad 30 % podílu), přimíšené (nad 10 %) a vtroušené (do 10 %). Smíšené porosty se všeobecně považují za stabilnější. Přirozeně mají určité druhy dřevin, na jejich ideálních stanovištích, sklon tvořit rozsáhlé monokultury jen s minimem vtroušených dřevin. Takovéto porosty, zejména smrku a borovic, mají sklon k rozsáhlým kalamitám (POLENO, VACEK 2011).

Prostorová struktura popisuje rozmístění stromu či jejich korun v porostu. Významnými ukazateli prostorové struktury jsou: spon, hustota porostu, zakmenění a zápoj. Spon dělíme na pravidelný (obdélníkový, čtvercový, trojúhelníkový) a nepravidelný. Zápoj na přehoustlý, dokonalý, uvolněný, dočasně přerušovaný a mezernatý. Zakmenění je podíl skutečné zásoby porostu s tabulkovou hodnotou. Rozlišujeme také vertikální a horizontální strukturu porostu, kdy horizontální struktura popisuje porost ve vodorovném směru (zápoj korun ve stejnověkových porostech, spon)

a vertikální ve směru svislém (počet etáží v porostu) (VACEK et al. 2010; POLENO, VACEK 2011).

Lesní porosty rovněž dělíme dle věkové struktury na porosty stejnověké a různověké. Porosty stejnověké jsou prostorově rozlišeny dle věkových tříd (interval 20 let) a stupňů (interval 10 let). Jedná se dnes v ČR o běžně vyskytující se porosty s převládajícím hospodářským způsobem holosečným, násečným nebo podrostrním, běžně v nich rozlišujeme pouze jednu etáž, v podrostrním hospodářském způsobu pak i dvě etáže. Dle stáří porostu rozlišujeme jednotlivá růstová stádia: kultura/nálet, nárost, mlazina, tyčkovina, tyčovina a kmenovina, jež pak dále dělíme na nastávající, dospívající, starou a přestárlou. V různověkých porostech není možné zařazení do věkových stupňů a tříd. Běžně jsou porosty značně vertikálně členěny na více než dvě etáže, hospodářský způsob je výběrný (les trvale tvořivý, les strukturně bohatý). U takovýchto porostů není možné používat klasické taxační metody, jako je například relaskopování nebo metoda JOK. Takovéto lesy jsou všeobecně považovány za výrazně odolnější proti působení biotických a abiotických vlivů, a také jsou velmi blízké přirozeným lesům v ČR (POLENO, VACEK 2011; VACEK, MIKESKA 2007; AMMON 2009).

3.2.1 Struktura smrkových porostů

Dle vegetačních stupňů je smrk dominantní klimaxovou dřevinou v 7. buko-smrkovém a 8. smrkovém LVS. Dále sestupuje až do 3. LVS (do 300 m n. m.), kdy jeho zastoupení přirozeně pozvolna klesá (DIVÍŠEK 2010; ÚHÚL 2020).

Strukturu smrkových porostů primárně ovlivňují tyto faktory: zápoj, etážovitost, hustota, množství přímého i difuzního světla pronikajícího do spodních pater porostu, zastoupení dalších přimíšených a vtroušených dřevin a klima (především nadmořská výška a srážkový úhrn) (VACEK 2010).

Optimální růst a produkce smrku je v podmínkách 5. – 6. LVS. Nejvýraznější konkurenční schopnost má smrk ve vyšších nadmořských výškách. Konkurenční schopnost ve vztahu k ostatním autochtonním (tj. původním) lesním dřevinám nelineárně stoupá až po horní hranici lesa. Přirozené porosty v oblastech s nižšími výkyvy klimatu (5. – 6. LVS) mají dynamiku vývoje spíše homogenní, kdy tvoří hustý souvislý zápoj v horním patře a propouští jen málo přímého světla do podrostu. Je však patrná značná výšková variabilita, jež je v kontrastu se stejnověkými monokulturami vytvořenými člověkem. V 8. LVS se v klimaxových stádiích vyskytují také další druhy dřevin jen

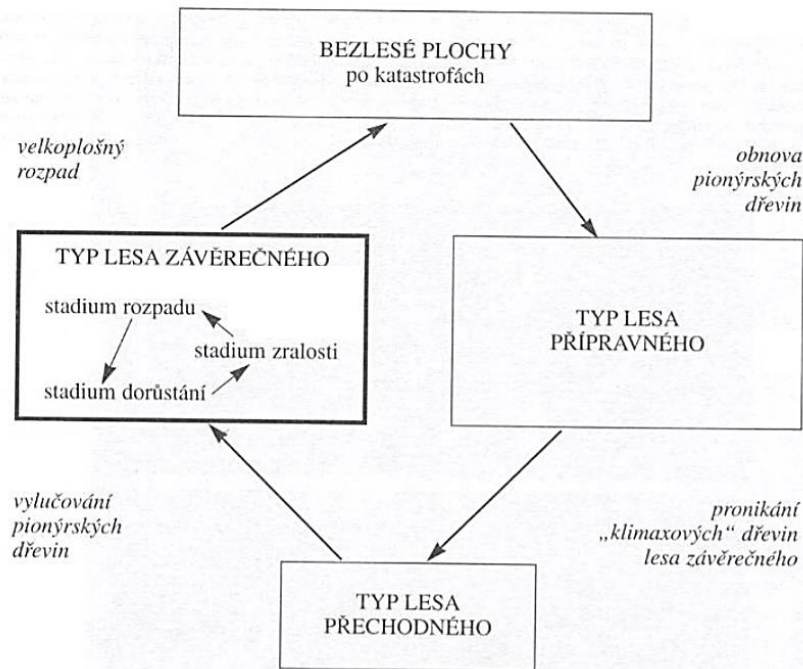
vtroušeně. Podíl zastoupení vtroušených, tedy zejména pionýrských druhů dřevin, může však výrazně narůst při disturbancích porostů v rámci velkého vývojového cyklu. Smrkové porosty v ideálních lokalitách pro růst mají přirozený sklon v rámci zachování malého vývojového cyklu postupně snižovat diverzitu a vytvářet až monokultury (VACEK 2010).

V uměle založených monokulturních porostech převažuje na území ČR stejnověká struktura. Vertikální struktura bývá málo rozčleněná, většinou je zastoupena pouze jednou etáží. Horizontální struktura v takovýchto porostech závisí na pěstebních zásadách. Při opomenutí pěstebních zásahů dochází, nejčastěji v mladých porostech, relativně rychle k přeštíhlení porostu a celkové destabilizaci porostu. Tato struktura je dnes považována vůči abiotickým i biotickým činitelům za dlouhodobě nestabilní (POLENO, VACEK 2011; SLODIČÁK 2014).

V přirozených lesích v oblastech od 4. do 6. LVS s výskytem smrku, bývá druhová skladba převážně smíšená, k dalším hlavním dřevinám se krom smrku řadí buk lesní a jedle bělokorá, přimíšení tvoří javor klen, jilm horský nebo třešeň ptačí. Vertikální i horizontální struktura je v takovýchto lesích výrazně rozčleněná, značně podobná s hospodářským způsobem výběrným (POLENO, VACEK 2011).

3.3 Vývoj lesních ekosystémů

V přírodních lesích dochází k cyklickým změnám. Tyto změny nazýváme vývojovými lesními cykly (Obr. 2). Základní prvky těchto cyklů jsou v podstatě totožné, odlišují se jen dobou jednotlivých stadií a dřevinnou skladbou. Primárně jsou cykly popsány pro přirozené lesy bez vlivu člověka (KORPEL 1995; PETŘÍČEK, MÍCHAL 1999).

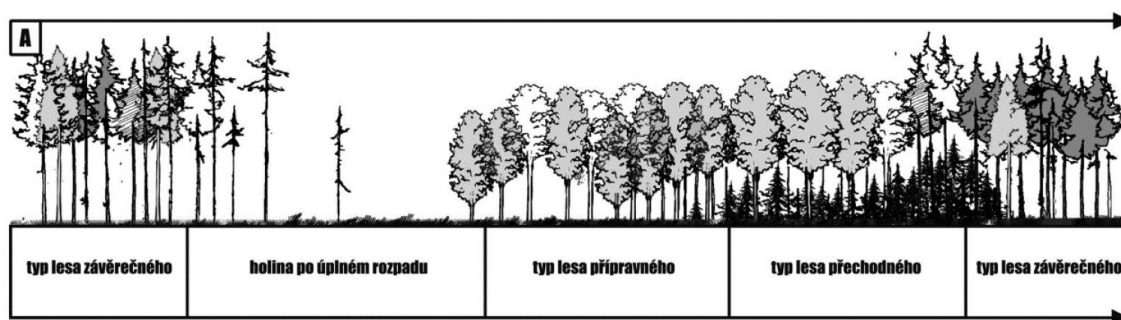


Obr. 2: Diagram velkého a malého vývojového cyklu lesa (PETŘÍČEK, MÍCHAL 1999).

3.3.1 Velký vývojový cyklus lesa

Velký vývojový cyklus lesa se pojí s destrukcí původního porostu velkého rozsahu. Mohou ji způsobovat požáry, silné větry nebo vliv různých dalších abiotických i biotických činitelů. Vývoj mnohých ekosystémů je přímo závislý na velkém vývojovém cyklu a bez výše uvedených rozsáhlých disturbancí k obnově takovýcho ekosystému vůbec nedojde. Od rozpadu původního porostu, přechází k sukcesním stádiím lesa, jež postupně vedou až k vrcholným klimaxovým stádiím. Velký cyklus probíhá ve třech fázích: stádium přípravného lesa, které je tvořeno přípravnými neboli pionýrskými dřevinami, stádium přechodného lesa, v němž v porostu pionýrské dřeviny začínají podrůstat a uplatňovat se náročnější klimaxové druhy a stádium lesa závěrečného (klimax), kdy náročné klimaxové druhy dřevin zcela převládnu nad dřevinami pionýrskými, toto stádium lesa je také považováno za nejstabilnější (Obr. 3). Délka

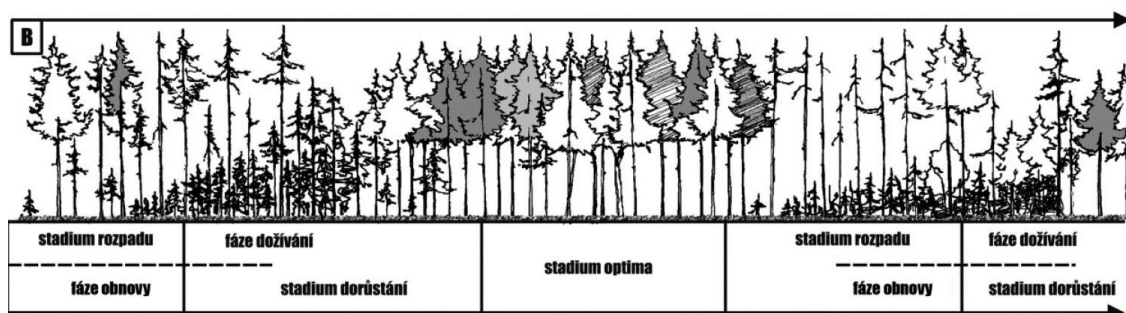
jednotlivých fází závisí na délce života jednotlivých druhů dřevin, klimatu, množství srážek a případných dalších disturbancích v průběhu cyklu (JENÍK 1995; PETŘÍČEK, MÍCHAL 1999; LAŠTŮVKA 2000).



Obr. 3: Velký vývojový cyklus lesa (VACEK et al. 2020).

3.3.2 Malý vývojový cyklus lesa

Malý vývojový cyklus lesa probíhá pouze v závěrečném (klimaxovém) stádiu lesa. K opakování malého cyklu v lesích mírného pásu dojde většinou jen několikrát, než nastane rozsáhlejší disturbance (změna obvyklých podmínek způsobující podstatnou změnu v ekosystému), a tedy i k výskytu dalšího velkého cyklu. Jinak je tomu v tropických deštných lesích kde nepřetržité opakování malých cyklů může trvat i tisíce let. Doba procesu jednoho malého cyklu závisí na délce života klimaxových dřevin, stanovištních podmínkách. Malý cyklus se rozděluje na tyto fáze: stádium optima (výškově vyrovnaný fruktifikující porost), stádium rozpadu (odumírající starý porost a ve spodních patrech porostu nová mladá generace), stádium dorůstání (stádium s nejvýraznější tloušťkovou a výškovou rozrůzněností, podíl starých jedinců klesá na úkor nových (Obr. 4) (JENÍK 1995; PETŘÍČEK, MÍCHAL 1999; LAŠTŮVKA 2000).



Obr. 4: Malý vývojový cyklus lesa (VACEK et al. 2020a).

3.3.3 Vývoj smrkových porostů

Autochtonní ekologicky stabilní porosty se mohou regenerovat v nepřetržitém malém cyklu. Považuje se však za přirozené, že se smrkové porosty vlivem biotických nebo abiotických činitelů po několika malých cyklech rozpadnou a obnoví v rámci velkého vývojového cyklu (MÍCHAL 1983; JENÍK 1995; VACEK 2010).

Vývoj v uměle vytvořených smrkových monokulturách má značné podobnosti s lesy přirozenými (krom výškové a věkové rozrůzněnosti), má ale výraznější sklony, jak již bylo zmíněno v předešlých kapitolách, k disturbancím a velkoplošným kalamitám. Člověk svojí činností často nabourává proces malého vývojového cyklu smrkových porostů. Na lokalitách zatíženými a poškozenými imisemi probíhá prakticky vždy velký vývojový cyklus. Určité jeho fáze dosvědčuje zvýšený výskyt pionýrských druhů dřevin nebo člověkem vysazené alochtonní (nepůvodní) druhy. Smíšený smrko-buko-jedlový porost má průměrnou délku malého vývojového cyklu 350–400 let, takto dlouhý cyklus umocňuje především délka života jedle a smrku. Porosty, ve vyšších nadmořských polohách (6. – 7. LVS), s dominancí smrku se vyznačují délkou jednoho cyklu 300–400 let. Při horní hranici lesa (7. – 8. LVS) je vlivem extrémního klimatu délka cyklu 120–200 let (VACEK 2010).

Regenerační procesy do významné míry ovlivňují stabilitu, funkčnost i budoucí produkci lesních porostů. Za vhodnější se pokládá přirozená obnova porostů, a to především kvůli zachování autochtonního, a tedy pravděpodobně do budoucna stabilnějšího genetického materiálu dřevin (KORPEL 1991). Pro přežití sazenic jsou nejdůležitější světelné podmínky, konkurence v rámci druhu a vliv zvěře (JONÁŠOVÁ, PRACH 2004). Dále dostatečná vlhkost (KOZLOWSKI 2002), specifický mikrorelief (ŠTÍCHA et al. 2010) sníh, mráz nebo například proudění vzduchu. Nejvhodnější pro obnovu smrku je považováno mrtvé tlející dřevo, a to kvůli potlačení buřene, udržování vlhka a postupném dodávání živin semenáčkům jeho rozkladem. Nevhodné jsou pak husté porosty borůvek, trav a kapradin (*Vaccinium myrtillus* L., *Athyrium distentifolium* Tausch ex Opiz, *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Calamagrostis villosa* J. F. Gmelin) (VACEK, SOUČEK 2001). Pro vývoj semenáčků jsou příznivé menší prosvětlené kotlíky v porostech v blízkosti dospělého mateřského porostu (HOFMEISTER 2008). Obnova smrku v horských oblastech probíhá téměř výlučně v malých skupinách v blízkosti dospělých stromů, či na místech jen málo rozvolněných (v malých kotlících) (MÍCHAL 1983).

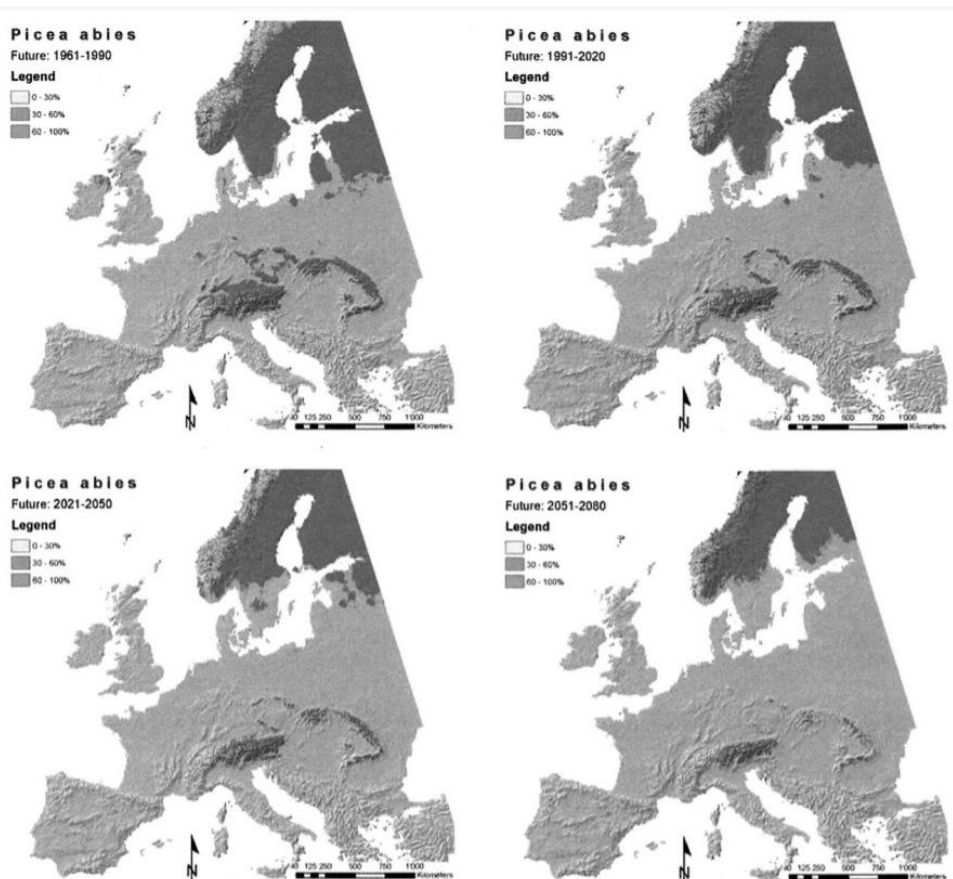
3.4 Pěstování a produkce lesa

3.4.1 Pěstování smrkových porostů

Pěstování smrku ztepilého má na území ČR dlouhodobou více než 300letou tradici, a to hned z několika důvodů. Jedná se o rychle rostoucí dřevinu produkující kvalitní, rovné, bezjaderné a cenné sortimenty s rozsáhlými možnostmi uplatnění v truhlářství, stavebnictví, hutnictví nebo například v papírenství (LENOCH 2014). Přes tyto nesporné výhody má smrk i celou řadu záporných vlastností pro pěstování, a to: celá řada biotických škůdců (KŘÍSTEK, URBAN 2013), z nichž mnozí jsou schopni za podpory přírodních abiotických faktorů vytvářet rozsáhle kalamity (ĎURAČKA 2008; MAMULA 2013), mělký kořenový systém a náchylnost k vývrátům z důvodů silných porывů větru, zamokření, narušení porostního pláště, nevhodná ekologická valence s ohledem na oteplování klimatu (POLENO, VACEK 2011; ÚRADNÍČEK 2011).

Průměrná doba obmýetí smrkových porostů se v ČR pohybuje okolo 90–120 let. Pro dopěstování nejkvalitnějších sortimentů (rezonanční výřezy) je doba obmýetí uvažována 120 a více let, tyto sortimenty se pěstují nejčastěji v oblastech 6. – 7. LVS. Ve 4. a 5. LVS je růst smrku příliš rychlý a většinou je počet letokruhů na cm nižší, než je požadovaný počet pro rezonanční výřezy. Pro zachování budoucí produkce smrkového dřeva je v současnosti často uvažováno o snížení obmýetí na 40–50 let a tím se tak vyhnout žírům lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* L.) a severského (*Ips duplicatus* L.). Do legislativy však tyto úvahy dosud nebyly zakomponovány (POLENO, VACEK 2011; ÚRADNÍČEK 2011; PŘÍHODA 2013; POKORNÝ, URBAN 2012).

Způsob pěstování lesních porostů je dále rozveden dle zákona 289/1995 Sb. o lesích, v rámcových směrnících hospodaření a oblastních plánech rozvoje lesa (MZE 2021). Obhospodařování lesů by mělo být vždy postaveno na ekologických a přírodě blízkých principech s cílem ochrany lesních ekosystémů (HUNTER 1999). V budoucnosti je tedy v souladu se změnou klimatu otázkou, do jaké míry bude možné smrk nadále pěstovat. Očekává se posun LVS směrem nahoru a změna v distribuci srážek během roku. Vyobrazené klimatické modely (Obr. 5) předpokládají, že na území ČR bude smrk v ekologickém optimu pouze v nejvýše položených oblastech (HANEWINKEL 2010; FITZGERALD, LINDNER 2013; SLODIČÁK 2014).



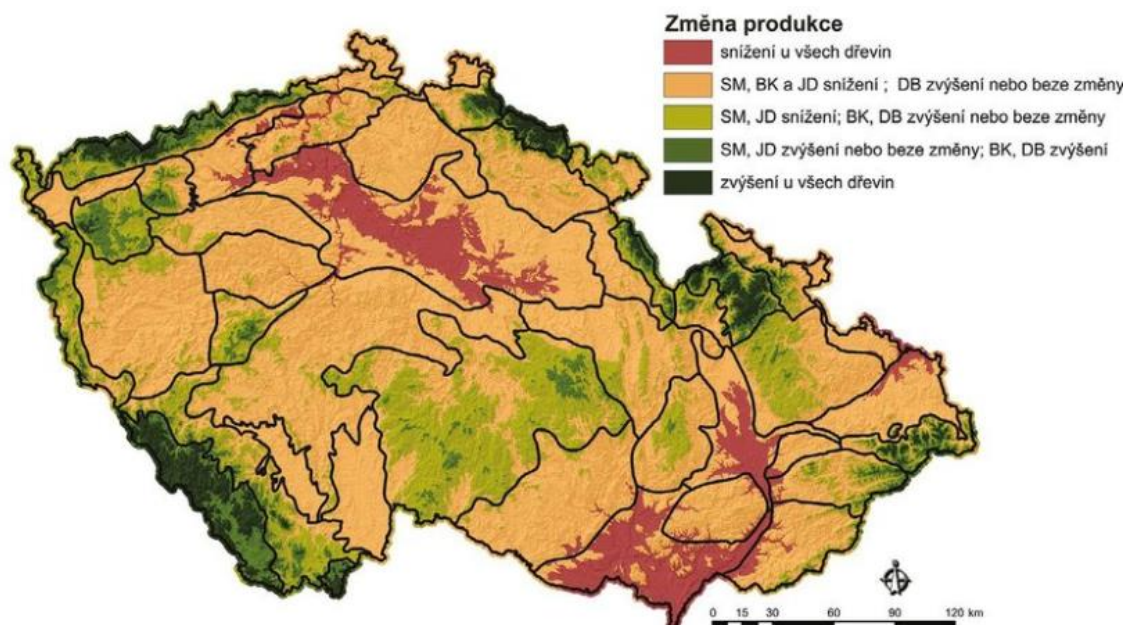
Obr. 5: Předpokládané rozšíření smrku ztepilého (Fitzgerald, Lindner 2013).

3.4.2 Produkce smrkových porostů

Na produkci smrkových porostů se primárně podílí celá řada faktorů: bonita stanoviště, úhrn srážek, suma efektivních teplot, délka vegetační doby apod. Hlavní limitující faktor růstu stromu pak je nedostatek srážek, rovněž ale také vysoké teploty v jarním a letním období (CUKOR et al. 2019a). Tyto faktory zohledňují Růstové tabulky hlavních dřevin ČR, ve kterých je možné dle dendrometrických charakteristik dohledat jednotlivé parametry produkce. Dle těchto tabulek je smrk schopen dosáhnout na stanovištích s nejlepšími bonitními charakteristikami střední výšky porostu až 43 m ve věku 140 let. Zásoba hroubí porostu může teoreticky v tomto věku dosahovat až 1 180 m³/ha (ČERNÝ, PAŘEZ 1996).

Dle NIL2 současná průměrná zásoba smrkových porostů činí 179,1 m³/ha b. k. a z celkového podílu na zásobě v ČR smrkové porosty činí 54,2 %. Průměrný přírůst v současnosti dosahuje 6,04 m³/ha/rok b. k., průměrný věk pak 62 let.

V následujících letech je očekávaná zvýšená produkce v LVS 7. – 8. naopak v nižších polohách 3. – 6. LVS konstatujeme opačnou predikci, tedy snížení produkce až v desítkách % (Obr. 6) (HLÁSNÝ et al. 2016).



Obr. 6: Změna produkce v období 2071–2100 oproti období 1961–1990 (HLÁSNÝ et al. 2016).

3.5 Škody zvěří

3.5.1 Zvěř a smrkové porosty

Autochtonní smíšené porosty jsou často používány jako modelové a příkladné pro výzkum ekologické stability a udržitelnosti (JENÍK 1979). I tyto přirozené a přírodě blízké porosty jsou ale náchylné na disturbance vlivem biotických a abiotických činitelů (ŠAMONIL, VRŠKA 2008). Za nejvýznamnější faktory působící na porost jsou považovány poškození porostů mrazem, konkurence lesní vegetace, zvěří a dlouhým obdobím mezi jednotlivými semennými roky (VACEK, PODRÁZSKÝ 2003; ŠERÁ et al. 2000; MOTTA 2003).

Zvěř byla vždy považována za jednu z nejvýznamnějších složek lesních ekosystémů. Narušováním přirozených procesů v lese člověkem, a právě nevhodný myslivecký management má však za následek zvyšování stavů zvěře, tedy zvyšování také jejího negativního vlivu na lesní porosty. Škody zvěří radíme mezi škody působené biotickými činiteli. Jejich rozsah je však přímo závislý na lidské činnosti, proto je můžeme posuzovat také jako škody antropické (ŠVESTKA, HOCHMUT 1996). Přemnožení zvěře způsobuje

významné škody v lesních ekosystémech, primárně v potlačení rozmanitosti podrostů a obnově klimaxových dřevin. Snahu k objektivnímu hodnocení škod zvěří řeší Zákon o lesích č. 289 ve vyhlášce č. 101, § 5, kdy nařizuje u lesních majetků nad 50 ha sledovat působení zvěře na nálety, nárosty a kultury pomocí srovnávacích ploch, kdy jedna srovnávací plocha je tvořena dvěma ploškami o rozměrech 6 x 6 m, z nichž právě jedna je oplocena. Nejvýznamnější negativní dopad na lesní porosty má zvěř v oblastech od 5. LVS v případě jedle, javoru a jeřábu, méně ale přesto významné poškození je u buku a smrku. Nejčastější způsob poškození se projevuje loupáním, okusem, vytloukáním a ohryzem (MOTTA 2003; VRŠKA 2001). Zvěř však při optimálních stavech může i přispívat ošlapáváním a roznosem semen ke tvorbě pestřejšího bylinného patra i k zvýšení celkové biodiverzity (SUZUKI 2013; HEINKEN 2002).

Vliv zvěře významně ovlivňuje samotný výskyt přirozené obnovy, odrůstání jejich náletů, nárostů, ale také kultur. Tento vliv má největší regulační faktor na v mládí stínomilné, pomalu rostoucí klimaxové dřeviny, jako je smrk ztepilý, buk lesní a jedle bělokorá (KUPFERSCHMID 2013; MOTTA 2003). Ve studii dle AMMERA (1996) bylo například prokázáno, že zvěř ve smíšených náletech smrku a jedle mnohonásobně více poškozuje jedli.

3.5.1.1 Ochrana lesa

Ochrana lesa je obor zabývající se popisem různých činitelů, ovlivňujících stav lesních porostů, jakož i prevencí proti jejich působení. Prakticky pak rozlišujeme ochranu biologickou, biotechnickou, mechanickou a chemickou (KESSL 1957).

Biologická ochrana klade důraz na zvyšování přirozené úživnosti prostředí. Ke snížení úživnosti přispěly monokultury jehličnanů a rovněž změněné způsoby zemědělského hospodaření. Doporučení ke zlepšení je v postupné změně hospodářského tvaru a hospodářského způsobu, kdy podrostní hospodářský způsob je pro zvěř výhodnější. Proto se doporučuje zřizování políček pro zvěř a zpřístupňování kvalitních luk. Zvýšit by se také měla výsadba okusových a plodonosných dřevin. Biologická ochrana je rovněž možná realizovat prostřednictvím výkonu práva myslivosti, snížením stavů lesní zvěře. Myslivečtí hospodáři tedy hrají důležitou úlohu pro jeho ovlivnění, a to jak v režijních, tak i pronajatých honitbách ve vztahu na ochranu mladých porostů (kultur, mlazin, tyčkovin) a ochranu již vzrostlých stromů. Komplexně je ochrana dřevin proti zvěři řešena udržováním normovaných stavů zvěře, kde se při výpočtu těchto stavů

vychází primárně z reprodukčního čísla daného druhu zvěře. Rozhodující je však skutečný početní stav zvěře, skladba dle pohlaví a věku. V podmínkách současného lesního hospodářství v ČR je velkou výzvou snížení stavů právě spárkaté zvěře (KESSL 1957; ŠVESTKA, HOCHMUT 1996; MZE 2020).

V rámci biotechnické ochrany jsou běžně využívány přezimovací obůrky, v níž zvěř přečkává zimní období, je zde pravidelně přikrmována a je zajištěna individuální ochrana kosterních stromů. Princip přezimovacích obůrek spočívá v tom, že zvěř se z určité zájmové oblasti izoluje po celou dobu vegetačního klidu ve větší, nebo menší oplocené ploše. Důležitý je výběr lokality, a to jak k migračním tahům zvěře a diverzitě pokryvu v této oplocené ploše. Do objektu je lákána atraktivním krmivem a poté uzavřena až do plného nástupu vegetace. Doporučuje se rovněž v těchto objektech provádět průběrný odstřel, nikoli lov pro splnění plánu lovu. Je dokázáno, že se tímto opatřením výrazně sníží škody zvěří v lese (KESSL 1957; ŠVESTKA, HOCHMUT 1996; ČERVENÝ et al. 2016).

Mechanická ochrana spočívá ve vytvoření překážky mezi zvěří a rostlinou. Mezi nejběžnější způsoby mechanické ochrany patří oplocenky, individuální oplocení, ovazování a zraňování (ČERVENÝ et al. 2016). Chemická ochrana má v lesním hospodářství již dlouhodobou tradici. Dříve byly používány tukové či dehtové směsi. Nyní se již používají průmyslově vyráběné repelenty. Proti okusu se používá Morsuvin, Nivus, Aversol, Cervacol a mnoho jiných. Použité repelenty se musí používat v souladu s legislativou a přípravek musí být uveden v Registru povolených přípravků na ochranu rostlin (ZAHRADNÍKOVÁ, ZAHRADNÍK 2019; ŠVESTKA, HOCHMUT 1996).

Reintrodukce přirozených predátorů je dnes často zmiňovaný způsob na udržení optimálních stavů zvěře. Ve vztahu ke spárkaté zvěři se jedná především o vlka obecného (*Canis lupus* L.). Tato reintrodukce může mít významný dopad na naše porosty, je však do značné míry komplikována hustotou lidského osídlení zejména v nižších polohách, ve vyšších polohách ji komplikuje chov hospodářských zvířat, kdy vlk ohrožuje chov ovce (*Ovis orientalis f. aries* L.) (KESSL 1957; VACH 2015; VENCOVÁ 2019).

3.5.1.2 Loupání a ohryz

Za loupání je označováno poškozování porostu spárkatou zvěří, jedná se o strhávání kůry v podélném směru, vzniká v předjaří a během vegetace. Ohryz stejně jako loupání způsobuje poškozování kůry a lýka, probíhá však v zimním období, a na rozdíl od loupání

jsou patrné stopy zubů na poškozených místech stromu, mimo zvěř mohou způsobovat ohryz také hlodavci (CUKOR et al. 2019a).

Loupání a ohryz, především vysokou zvěří (jelen sika, jelen evropský), je významný škodlivý faktor, který má významné důsledky ve vztahu ke snížení produkce, životaschopnosti a celkové stability lesního porostu. Surovina kůry a lýka je v období vegetačního klidu pro zvěř nutričně velmi bohatá (JERINA 2008). Intenzita loupání závisí na hustotě populace spárkaté zvěře a charakteristice lesního porostu. Vylvětvoání a hustější stejnověké porosty jsou náchylnější na citelné poškození loupáním. Škody se umocňují napadením houbovými patogeny, jež mohou mít za následek až rozpad celého porostu. Hlavními aspekty míry poškození porostů jsou: délka doby poškozování, velikost poškození obvodu stromů, počet opakovaných poškození a zotavování ran (FABER 1996; CUKOR et al. 2019a).

CUKOR et al. (2019a) uvádí, že nejčastěji jsou loupány stromy ve věku 10 – 23 let. Pokud v tomto období dojde k poškození loupáním, je významně snížen radiální přírůst kmene, na výzkumné ploše se jednalo o 36 % snížení přírůstu, při průměrném poškození 31 % obvodu kůry (CUKOR et al. 2019a). Průměrné poškození zvěří v kulturách v současnosti činí 15,1 % (KUČERA, ADOLT 2019).

3.5.1.3 Okus

Okus zvěří je limitující faktor výškového přírůstu mladých porostů (kultur, náletů, nárostů). Rozeznáváme okus terminálního pupenu a okus bočních větví (ŠVESTKA 1996). Horší dopady na stav rostliny má však okus terminální. Okus v mnoha případech znemožňuje druhovou rozmanitost a víceméně je likvidační při přirozené obnově vzácných jehličnanů (jedle bělokora) a zejména listnatých dřevin. Jeho eliminace si vyžaduje vysoké náklady na ochranu zejména terminálního pupene nátěry, případně jinými mechanickými prostředky (CUKOR et al. 2019a). V průměru je v kulturách okusem poškozeno 19 % smrků (KUČERA, ADOLT 2019).

Studie VACKA et al. (2014), zkoumající obnovu ve vztahu ke škodám zvěří smrko-bukových porostů z geologicky i klimaticky podobné oblasti Orlických hor, dokazuje, že výskyt spárkaté zvěře je limitující faktor přirozené obnovy porostů. Tato studie byla prováděna v nadmořské výšce 740 a 884 m n. m. a porovnávaly se oplocené a neoplocené plochy. Na neoplocené ploše bylo největší poškození evidováno u jedle, javoru klenu a jeřábu, méně byl poškozen buk a nejmenší poškození utrpěl nálet smrku. Rozdíl

v přirozené obnově v poklesu počtu byl o 16 % nižší na neoplocené ploše (nejvíce byla potlačena obnova jedle a jeřábu). Smrk tedy dle studie trpí tlakem zvěře nejméně ze všech autochtonních druhů dřevin pro daný výškový gradient (VACEK et al. 2014). Podobné výsledky vyplývají i ze studie z Bavorska (AMMER 1996). Je pravděpodobné, že bez změny myslivecké legislativy nebude docházet k účinnému snižování početních stavů spárkaté zvěře a škody zvěří budou tedy nadále významné (PONDĚLÍČEK 2011).

3.5.2 Druhy zvěře poškozující smrkové porosty

3.5.2.1 Jelen evropský (*Cervus elaphus* L.)

Jelení zvěř patří mezi významné původní druhy spárkaté zvěře. Jelen evropský má na našem území dva poddruhy lišící se velikostí těla, zbarvením osrstění krční části a velikostí a členitostí paroží (VACH 2015). Jelení zvěř je typickým obyvatelům lesů s prolínajícími se pasekami a loukami. Obývá jak listnaté, tak i smíšené lesy, včetně jehličnatých lesů rovněž s pestrou nabídkou podrostu. Kromě travní a bylinné složky potravy spásá listy a výhony dřevin, z nich upřednostňuje listnáče (buk, dub, habr, jasan, javor, jilm, bříza, jeřáb, osika a mnoho jiných), z jehličnanů pak především jedli. Jelen spásá také maliníky, ostružiníky, borůvky či brusinky. Důležitým doplňkem potravy jsou plody a semena dřevin (žaludy, bukvice, kaštiny, jeřabiny apod.). Mimo lesní porosty vychází spásat zemědělské plodiny (jetel, vojtěška, hrách a sladké trávy). K úplnému nasycení potřebuje jelen cca 16 kg a laň 11 kg čerstvé zelené hmoty (VACH 2015). Při optimální velikosti populace může mít jelen podstatný význam na zvyšování diverzity (SUZUKI 2013). Při vysokých stavech má vliv opačný (MOTTA 2003; VRŠKA 2001). Vysoká zvěř se v ČR vyskytuje ve vyšších až nadlimitních stavech zejména v hornatých oblastech. Ve smrkových porostech působí škody především okusem a loupáním. Jeho škody jsou pokládány za nejznatelnější z veškeré zvěře žijící v horských oblastech. Poškození okusem je významné pro obnovu, odrůstání náletů a kultur, a pro mlaziny, tyčkoviny i tyčoviny, kde škodí loupáním (ČERMÁK 2009).

Jelení říje probíhá od poloviny září až do poloviny října. Jeleni postupně laně pokládají a po oplodnění je laň těžká 33 až 34 týdnů. Kolouchy klade v květnu a červnu. Laktace kolouchů trvá až do listopadu, přestože již po 6 až 8 týdnech věku začínají přijímat potravu. Růst pučnic u jelínek začíná ve stáří 5 až 6 měsíců. První paroží (bez růží) shazuje jelínek okolo května. Starší jeleni shazují od února do dubna, vytloukají od poloviny srpna do července (VACH 2015; ČERVENÝ et al. 2016).

Hmotnost jelena dosahuje 100 až 180 kg, laně 70 až 95 kg. Zbarvení srsti je červenohnědé až hnědožluté (letní) a hnědošedé (zimní). K plánování chovu a lovu spárkaté zvěře slouží Vyhláška č. 491/2002 Sb., o způsobu stanovení minimálních a normovaných stavů zvěře a o zařazování honiteb nebo jejich části do jakostních tříd. Vyhláška stanoví minimální stavy spárkaté zvěře pro každých 1 000 ha při zachování poměru pohlaví 1:1. U jelena evropského je tento minimální stav 10 jedinců. Pro výpočty normovaných stavů jsou důležité přírodní podmínky lesního celku honitby (I. až IV.) Normované stavy pak pro jelena evropského jsou dle jakostních tříd honitby (I. třída 26 ks, II. třída 22 ks, III. třída 16 ks a IV. třída 11 ks). Početní stavy jelena evropského k roku 2011 byly stanoveny na 30 829 ks, sčítané stavy jsou však většinou vyšší. Roční odstřel je v rozmezí 21–23 tis. ks (VACH 2015; ČERVENÝ et al. 2016).

3.5.2.2 Srnec obecný (*Capreolus capreolus* L.)

Srnčí zvěř je na celém území ČR naší nejrozšířenější původní zvěří. Srnec obecný je u nás běžně se vyskytující druh, který obývá hlavně okraje mlazin a husté keřovité podrosty (remízky, břehové porosty apod.). Žije převážně v nižších oblastech, ale často vystupuje i do horských poloh. V průběhu vegetační doby se srnec živí spásáním různých bylinných porostů. Na podzim vyhledává plody a semena rostlin. V zimě pak okusuje pupeny a ohryzává zelenou kůru, zvláště měkkých dřevin (osika, jeřáb, střemcha apod.) a keřů (maliník, ostružiník apod.). Na jaře spásá rašící byliny a pupeny dřevin (VACH 2015). Škody způsobené srncem obecným se s nadmořskou výškou značně snižují, hlavním důvodem je výška sněhové pokrývky, nižší teploty a nedostatek potravy v zimním období. V oblastech 6. LVS a výše jsou již škody ve srovnání s jelenem evropským zanedbatelné (CAGNACCI 2011).

Hmotnost srnce dosahuje 14 až 25 kg, srny 12 až 20 kg. Základní zbarvení letní srsti je červenohnědé, zimní šedé až šedohnědé. Velikost teritoria je podle kvality biotopu od 3 do 15 hektarů. Srnčí říje u nás vrcholí koncem července až začátkem srpna. Srna od poloviny května do začátku června klade zpravidla dvě srnčata. Srnčata pijí mateřské mléko až do šesti měsíců. První parůžky shazuje srneček do konce ledna, nové rostou do července. Pravidelně pak parůžky shazuje v prosinci. Pro výpočet normovaných stavů jsou důležité přírodní podmínky lesního celku honitby. Normované stavy se stanovují pro polní a lesní honitby zvlášť (I. 122ks, II. 96 ks, III. 64 ks, IV. 22 ks) (VACH 2015; ČERVENÝ et al. 2016).

4 METODIKA

4.1 Popis zájmové oblasti

4.1.1 Přírodní lesní oblast 27 – Hrubý Jeseník

Zájmová oblast zkusných ploch se nachází v masivu Hrubého Jeseníku, v lesní oblasti 27 – Hrubý Jeseník. Tento hřbet se vyznačuje několika z něho zvolna vystupujícími vrcholy: Malý Děd (1 355 m n. m.), Černá hora (1 333 m n. m.), Keprník (1 423 m n. m.), Šerák (1 351 m n. m.) a sníženinami sedel Červenohorské sedlo (1 013 m n. m.), a Videlský Kříž (930 m n. m.). Z geologického hlediska je oblast Hrubého Jeseníku tvořena převážně rulovým jádrem. Dále se vyskytují amfibolity, železné rudy v plášti klenby i devonské horniny – křemence a grafitické fylity (ČGS 2021; LHP 2017).

Na většině plochy oblasti Hrubého Jeseníku se půdní podmínky v lesních porostech odvíjejí od půdotvorného substrátu, jen v menší míře se lesní půda nachází na úzkých aluviích podél potoků. V nižších polohách, tj. do 6. LVS se převážně vyskytují kambizemě. Ve vyšších polohách převažují kryptopodzoly a podzoly. Mimo tyto půdní typy se také vyskytují rankery, pseudogleje a gleje (AOPK 2012; LHP 2017). Převážná část tohoto území patří do chladné oblasti, převážně do okrsku mírně chladného – C 1 (QUITT 1971).

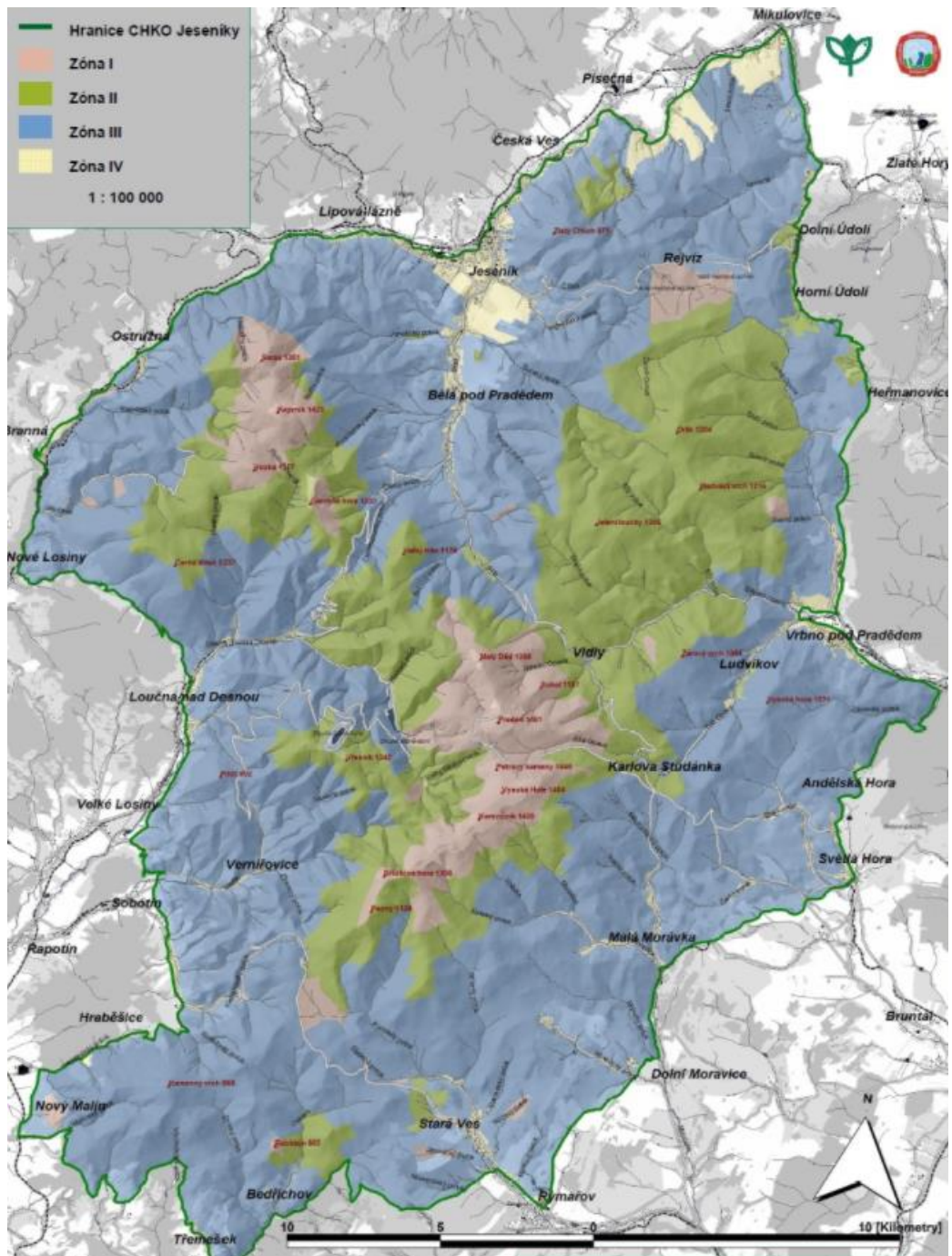
4.1.2 CHKO Jeseníky

Chráněná krajinná oblast Jeseníky se nachází v severovýchodní části ČR, spadá pod území Moravskoslezského a Olomouckého kraje. Rozkládá se na výměře 740 km². Oblast byla vyhlášena 19. 6. 1969 podle § 8 odst. 2 zákona č. 40/1956 Sb. Poslání dle zřizovacího čl. 6. „Poslání CHKO“ je definováno: „Posláním oblasti je ochrana krajiny, jejího vzhledu a jejích typických znaků tak, aby tyto hodnoty vytvářely vyvážené životní prostředí. K typickým znakům krajiny náleží zejména její povrchové utváření včetně vodních toků a ploch, její vegetační kryt a volně žijící živočišstvo, jakož i rozvržení a využití lesního a zemědělského půdního fondu, sídlištní struktura oblasti, urbanistická skladba sídlišť, místní zástavba lidového rázu i monumentální nebo dominantní stavební díla“. Územní ochrana je zařazena do 4 zón (Obr. 7), nejvýznamnější segmenty CHKO jsou vylišeny v téměř 30 maloplošných zvláště chráněných území, tato území zaujímají celkem 6,6 % plochy CHKO, jedná se například o NPR Praděd, NPR Skřítek, NPR Rejvíz atd. (AOPK 2020). První zóna je převážně v bezzásahovém režimu,

lesy se řadí převážně mezi lesy ochranné a zvláštního určení. Na několika lokalitách se vyskytuje významný pralesovitý charakter. Velká část území je tvořena také přírodě blízkými nelesními společenstvy (rašelinné louky, mezofilní louky členěné mezemi, nivy přirozených toků). Postupně se v dalších zónách intenzita hospodaření zvyšuje a začínají převažovat holosečné způsoby se stejnorodou a stejnověkou strukturou porostů (AOPK 2012).

Celkově flora CHKO čítá cca 1 200 rostlinných druhů. Dle geomorfologického členění v oblasti mají přirozeně převládat v nižších polohách (do 1000 m n. m.) bučiny, především květnaté, které se dále proměňují v klenové a smrkové horské bučiny, horské smrčiny a v nejvyšších polohách se vyskytují bezlesé hole. Z dřevinné skladby se v současnosti primárně vyskytuje smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst), buk lesní (*Fagus sylvatica* L.), a doplňovány jsou javorem klen (*Acer pseudoplatanus* L.), jeřábem ptačím (*Sorbus aucuparia* L.), častá je také bříza bělokorá (*Betula pendula* Roth), velmi vzácně se vyskytuje také jilm drsný (*Ulmus glabra* Huds.) a jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.) (AOPK 2012).

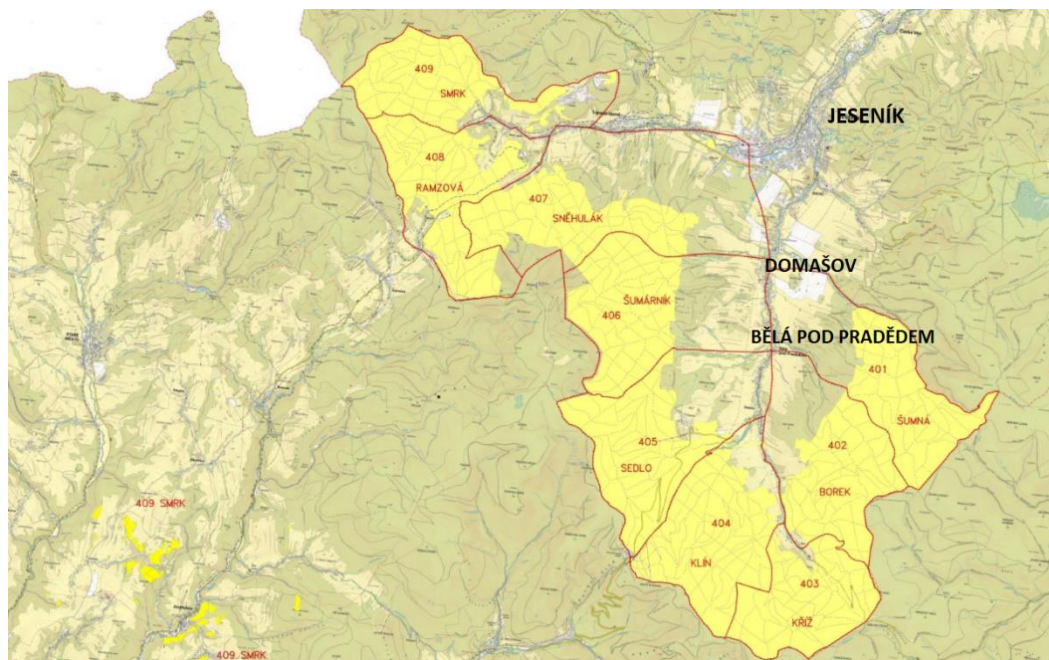
V oblasti je v rámci soustavy Natura 2000 vyhlášena část území jako Ptačí oblast Jeseníky. 14 lokalit se řadí do seznamu evropsky významných lokalit (AOPK 2020).



Obr. 7: CHKO Jeseník (AOPK, 2020).

4.1.3 ALSOL, s.r.o., Polesí Domašov

Polesí Domašov je spravováno Arcibiskupskými lesy a statky Olomouc, s.r.o. Spravovaná oblast se nachází jižně od města Jeseník (Obr. 8), zaujímá oblast hřebenu Jeseníků a Rychlebských hor a svahy do údolí Bělé pod Pradědem a Lázně-Lipová.



Obr. 8: Polesí Domašov (ALSOL, 2020).

Území polesí spadá do 1. – 3. zóny ochrany CHKO Jeseníky, nachází se zde také PR Sněžná kotlina, Šumárník, Vysoký vodopád a Borek u Domašova. Plocha polesí se rozprostírá na 8 127 ha PUPFL (pozemků určených k plnění funkcí lesa). Nachází se v přírodní lesní oblasti 27 (Hrubý Jeseník) a 28 (Předhůří Hrubého Jeseníku). Rozprostírá se od 500 m n. m. až do 1 423 m n. m. (Keprník). Zastoupení cílových hospodářských souborů je v HS 51 – hospodářství exponovaných stanovišť vyšších poloh (18 %), 55 – hospodářství živných stanovišť vyšších poloh (45 %) a 73 – hospodářství kyselých stanovišť horských poloh (16 %). Z dřevin je hlavní dřevinou smrk ztepilý (73 %), přimíšený v porostech je buk lesní (23 %) (ALSOL 2020).

4.1.4 LHC Bělá pod Pradědem

LHC Bělá pod Pradědem má výměru necelých 559 ha PUPFL. Celou svojí výměrou spadá do přírodní lesní oblasti č. 27 – Hrubý Jeseník. Území spadá do 1–3. zóny ochrany CHKO Jeseníky. Výškově je od 460 m n. m. až do 980 m n. m. Hlavní dřevinou je smrk ztepilý 74,23 %, a buk lesní 8,60 %. Jedle má minimální zastoupení 0,50 %, z listnatých

dřevin je pak zastoupena převážně olše, částečně javor klen a třešeň ptačí, celkově zastoupení těchto listinných dřevin je 6,58 %.

Les hospodářský má dobu obmýetí 80, 100, 110, 120 a 130 let, u lesů zvláštního určení 100, 130 a 150 let (LHC BĚLÁ 2017). Prosty jsou až na zcela ojedinělé výjimky jednoetážové. Tvar lesa je na celém území LHC vysoký. Z cílových hospodářských souborů jsou na území zastoupeny a převažují CHS 55 – živná stanoviště vyšších poloh, 53 – kyselá stanoviště vyšších poloh, 51 – exponovaná stanoviště vyšších poloh, 71 – exponovaná stanoviště horských poloh, 73 kyselá stanoviště horských poloh, dále jsou zastoupeny 2 – vysokohorské lesy pod hranicí stromové vegetace, 3 – lesy v klečovém vegetačním stupni a 29 – olšová stanoviště na podmáčených půdách. Lesy hospodářské převažují na LHC, jen lesy CHS 2 a 3 a lesy exponovaných stanovišť jsou řazeny do kategorie lesů ochranných a lesy v maloplošných chráněných územích pak mezi lesy zvláštního určení (ÚHÚL 2021).

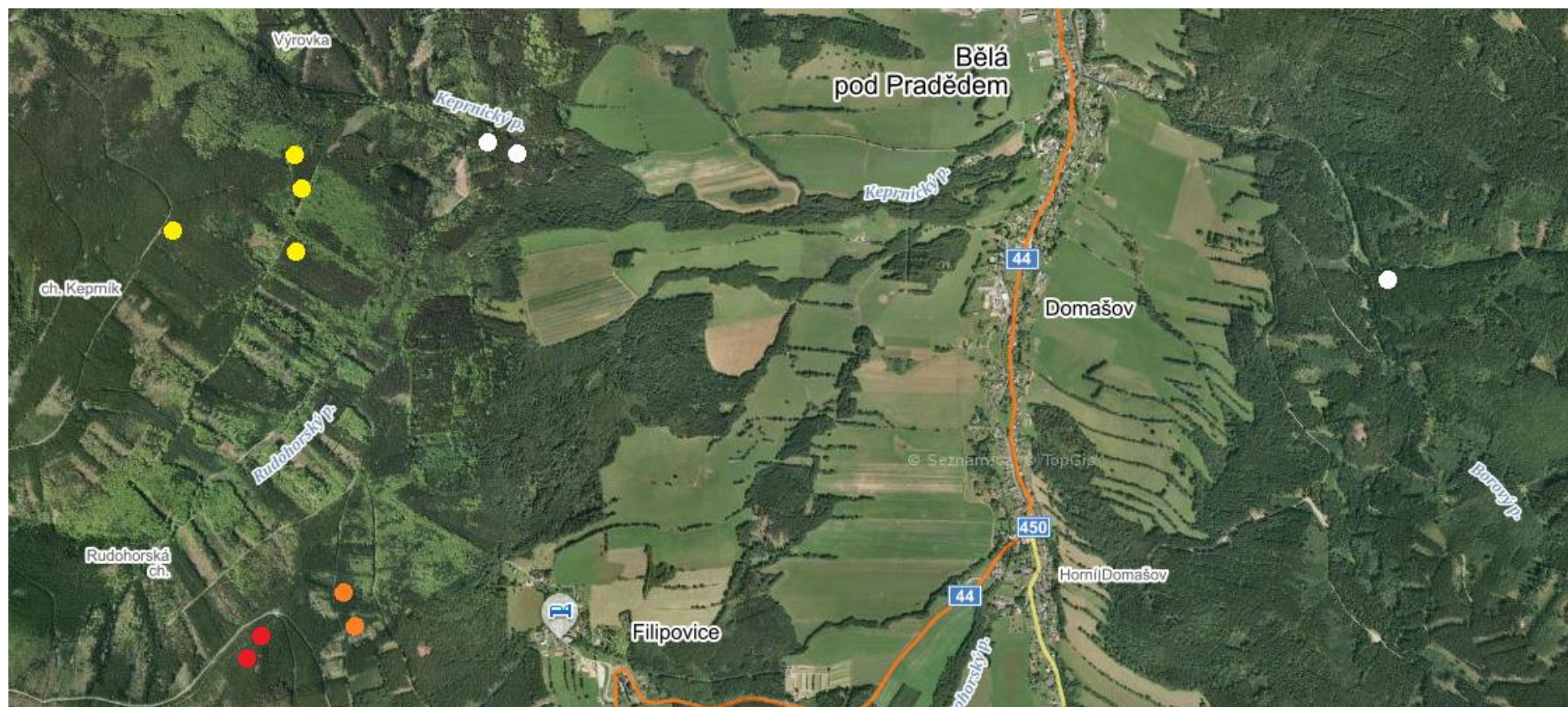
4.1.5 Trvale výzkumné plochy

Trvale výzkumné plochy (TVP) 1 až 16 se nachází na dvou různých LHC dle vlastnictví – ALSOL, s.r.o. Olomouc a Obec Bělá pod Pradědem. Plocha č. 1 až 3 náleží k obci Bělá pod Pradědem, 4 až 16 náleží k ALSOL, s.r.o. Olomouc. Všechny plochy se nachází v k. ú. Domašov. Stav lesních porostů na těchto plochách je stejného charakteru hospodaření – do doby vrácení původním majitelům zde měly právo hospodařit Lesy ČR, s. p., Lesní správa Jeseník. Výzkumné plochy byly umístěny do porostů ve věku 51 až 60 let s nadmořskou výškou 590 až 1120 m n. m. ve čtyřech variantách (A, B, C, D), lišící se právě nadmořskou výškou.

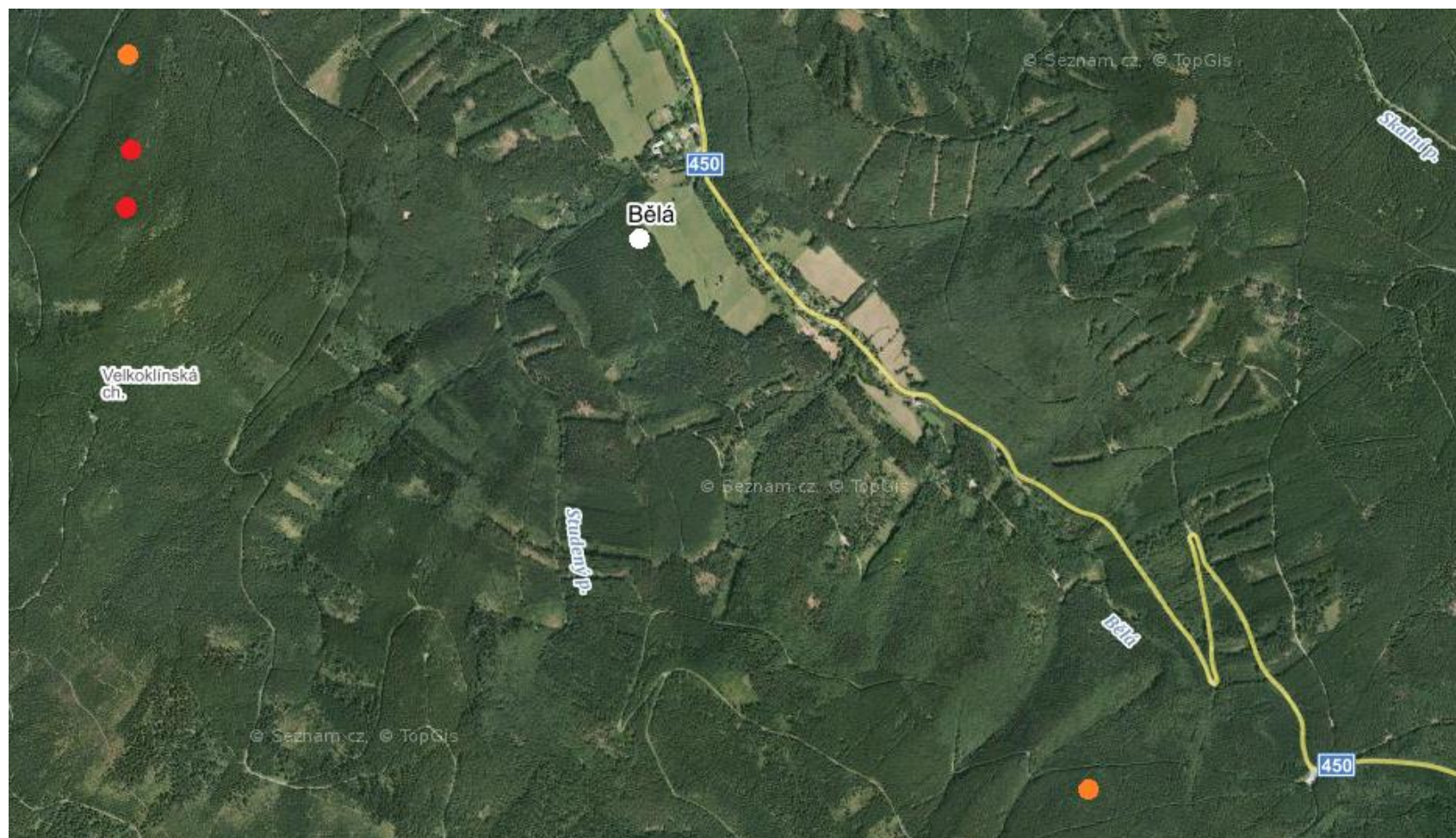
Všechny výzkumné plochy se nachází v CHKO Jeseníky, v Ptačí oblasti Jeseníky a jen zčásti v Evropsky významné lokalitě. Geologický podklad tvoří vulkanické metamorfované horniny, převážně diabasy, amfibolity, melafyry a porfyry. Převažujícím půdním typem jsou mezotrofní až eutrofní kambizemě. Jednotlivé plochy jsou znázorněny na Obr. 9 a 10, jejich parametry jsou popsány v Tab. 1 (LHP BĚLÁ 2017; LHP DOMAŠOV 2018).

Tab. 1: Základní stanovištní a porostní charakteristiky trvale výzkumných ploch.

TVP	Varianta	Porost	Nadmoř. výška	Expozice	HS	Lesní typ	Věk	Zásoba	Výška	Zakmenění	Výč. tloušťka	Souřadnice plochy
			(m n. m.)				(roky)	(m ³ /ha)	(m)		(cm)	
1	A	315B6	590	Z	531	5K1	54	345	22	9	25	50.1728239N, 17.2169617E
2	A	113B6	620	V	531	5K1	55	426	25	9	26	50.1774483N, 17.1638325E
3	A	113B6	630	V	531	5K1	55	426	25	9	26	50.1772147N, 17.1651628E
4	A	302A6	660	SV	551	5S1	58	427	25	9	28	50.1340906N, 17.2063614E
5	B	611A6	780	SV	551	6S5	51	319	20	10	22	50.1760844N, 17.1518806E
6	B	612C6	790	SV	551	6S5	53	328	20	10	23	50.1770875N, 17.1516014E
7	B	610C6	800	V	551	6N3	51	331	23	10	20	50.1730850N, 17.1516231E
8	B	609C6	830	V	551	6S5	52	309	19	10	23	50.1736211N, 17.1438661E
9	C	602A6	910	V	556	6S5	52	297	21	10	24	50.1607011N, 17.1544447E
10	C	602A6	920	V	556	6S5	52	297	21	10	24	50.1588589N, 17.1547236E
11	C	503A6	960	SZ	711	7N4	60	185	14	9	20	50.1409017N, 17.1795983E
12	C	312B6	960	S-SV	551	6S5	57	311	19	10	23	50.1144042N, 17.2310539E
13	D	503A6	1090	SZ	711	7N4	60	185	14	9	20	50.1372294N, 17.1787831E
14	D	603A6	1100	SZ	21	7K3	60	247	16	10	21	50.1563178N, 17.1490622E
15	D	503B6	1110	SV	711	7N4	60	190	15	9	20	50.1352767N, 17.1786114E
16	D	603A6	1120	SV	21	7K3	60	247	16	10	21	50.1558650N, 17.1486242E



Obr. 9: Lokalizace trvale výzkumných ploch (bílá = varianta A, žlutá = varianta B, oranžová = varianta C, červená = varianta D) (MAPY.CZ 2021).



Obr. 10: Lokalizace ploch (bílá = varianta A, žlutá = varianta B, oranžová = varianta C, červená = varianta D) (MAPY.CZ 2021).

4.2 Sběr dat

Zájmové porostní skupiny s dominantním smrkem ztepilým ve věku okolo 55 let byly identifikovány v porostních mapách příslušných lesních hospodářských celků. Vybrané porostní skupiny byly následně zakresleny do obrysových map. Dalším krokem bylo založení trvale výzkumných ploch o velikosti 15×15 metrů (225 m^2) na vybraných lokalitách. Celkem bylo vyznačeno 16 TVP v 10 různých porostech. V některých porostech v závislosti na jeho velikosti a nadmořské výšce lokality byly založeny 2 TVP. K měření bylo použito technologie Field-Map (IFER), kovová průměrka Mantax Blue (Haglöf Sweden), výškoměr Laser Vertex (Haglöf Sweden) a lesnické pásmo.

Pro stanovení struktury stromového patra a vztahu zdravých vs. zvěří poškozených stromů bylo na zkusných plochách použita technologie Field-Map (IFER). Do stromového patra byli zahrnuti a měřeni všichni jedinci, jejichž výčetní tloušťka s kůrou byla ($d_{1,3 \text{ m}} \geq 4 \text{ cm}$). U stromů byly měřeny tyto charakteristiky: $d_{1,3 \text{ m}}$, výška, nasazení zelené koruny a korunová projekce, resp. šířka koruny minimálně ve 4 směrech na sebe kolmých. Výčetní tloušťky stromového patra byly měřeny kovovou průměrkou s přesností na 1 mm a výšky pomocí výškoměru s přesností na 0,1 m.

Kvalita produkce stromového patra byla hodnocena podle tvaru kmene (rovný průběžný, jednoduchá křivost, složená křivost), jeho výškového postavení (nadúrovňový, úrovňový, podúrovňový), vitality (souše, živý strom – bujný, normálně vyvinutý, slabě vyvinutý), kvality koruny (dobrá, průměrná, vadná), poškození kmene (zdravý, poškozený ohryzem a loupáním, hnilobou, mechanické poškození – poškození nové, staré, opakované poškození), rozdvojení (bez rozdvojení, rozdvojení do 1,3 m, rozdvojení od 1,3 do 3 m, rozdvojení od 3 m do 7 m) a zlomu (bez zlomu, vrcholový zlom, korunový zlom, kmenový zlom, ohnutý strom, náhradní vrchol). Metodika vychází z Národní inventarizace lesů (ÚHÚL 2003), klasifikace stromů IUFRO a Schädelinovy klasifikace stromů (LEIBUNDGUT, SCHÄDELIN 1968).

Obvod poškození ohryzem a loupáním (staré i nové) byl měřen obvodovým pásmem v nejširším místě rány s přesností na 1 mm. V případě více takto způsobených ran (umístěných nad sebou) byl zaznamenán součet v nejširších místech poškození. Dle poškození byly stromy rozděleny na relativně zdravé/bez poškození (obvod poškození $\leq 1/8$ obvodu kmene), na stromy s malým poškozením (poškození $> 1/8$ a $\leq 1/3$ obvodu kmene), stromy se středním poškozením (poškození $> 1/3$ a $\leq 1/2$ obvodu kmene)

a stromy s velkým poškozením (poškození $>1/2$). Tato metodika přímo vychází ze studií CUKORA et al. (2020) a VACKA et al. (2021).

4.3 Analýza dat

Na jednotlivých TVP byl detailně hodnocen vliv ohryzu a loupání na produkci, strukturu a stabilitu lesa. U jedinců stromového patra byly zhodnoceny růstové parametry, kvantita a kvalita produkce, horizontální a vertikální diverzita, včetně interakcí mezi těmito parametry a zvěří.

Z naměřených dendrometrických údajů byly pro každou TVP vypočteny tyto porostní charakteristiky: průměrná výčetní tloušťka, střední porostní výška, výtvarnice, šířka koruny, hektarová zásoba sdruženého porostu, hektarový počet stromů, hektarová výčetní kruhová základna, štíhlostní kvocient, index hustoty porostu (zakmenění), celkový průměrný přírůst a plocha korunových projekcí. Objem stromů byl kalkulovaný dle objemových rovnic publikovaných v práci PETRÁŠE a PAJTÍKA (1991). Standardně pro hodnocení produkce porostu byla použita veličina objemu hroubí bez kůry. Jako ukazatel hustoty porostu byl vypočten index hustoty porostu (REINEKE 1933) a stupeň zápoje (CROOKSTON, STAGE 1999).

Z hlediska hodnocení porostní struktury a diverzity byla pro každou zkusnou plochu vypočítána tloušťková a výšková diferenciacie (FÜLDNER 1995), vertikální Arten-profil index (PRETZSCH, 2006), horizontální struktura (CLARK, EVANS 1954), vertikální diverzita, korunová diferenciacie a index celkové porostní diverzity (JAEHNE, DOHRENBUSCH 1997). Kritéria strukturálních a komplexních indexů jsou pak uvedeny v Tab. 2. Produkční parametry a ukazatelé diverzity byly vypočteny v softwaru SIBYLA (FABRIKA, ĎURSKÝ 2005).

Tab. 2: Přehled indexů popisujících strukturu porostu a jejich interpretace.

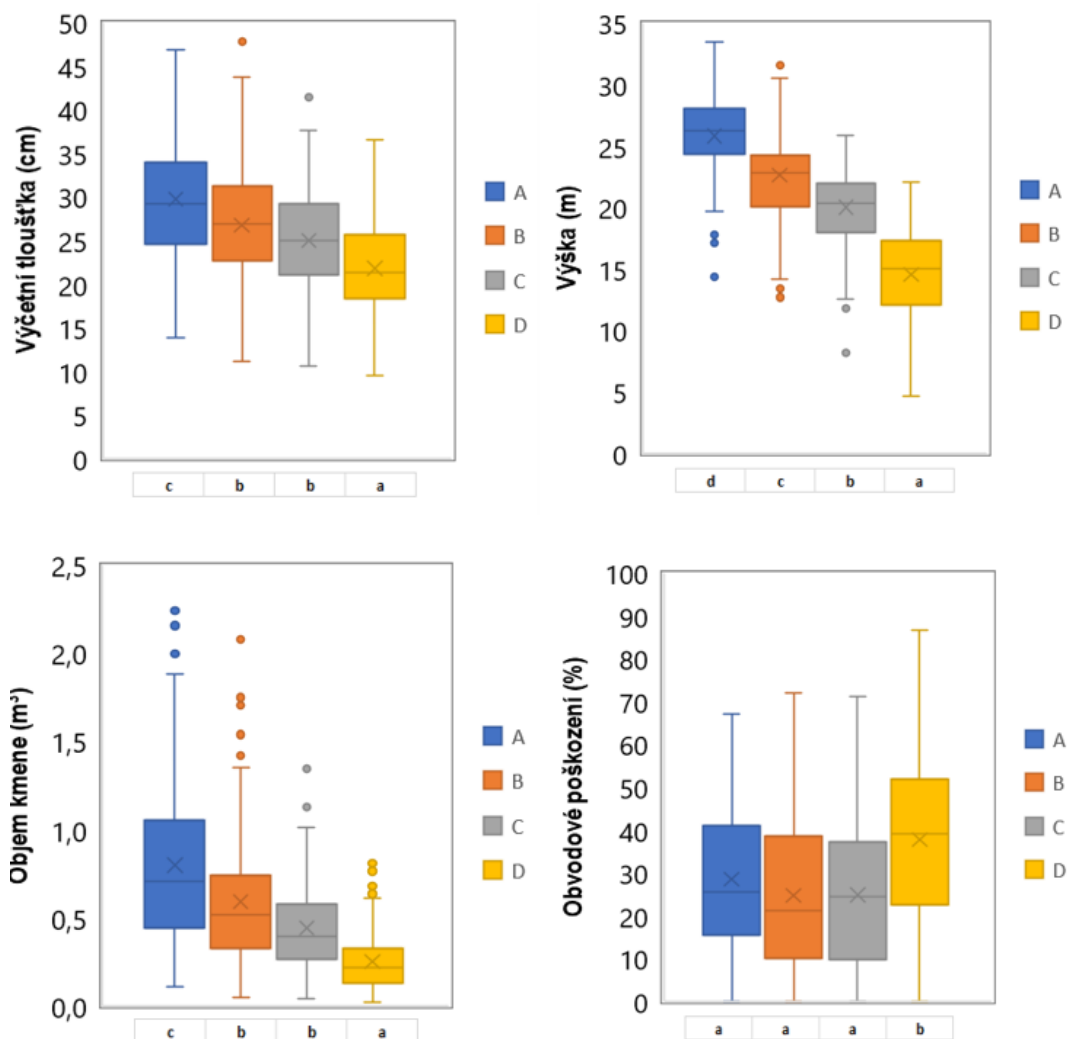
Kritérium	Kvantifikátor	Označení	Reference	Hodnocení
Vertikální struktura	Arten-profil index	A (Pi)	Pretzsch 2006	rozpětí 0–1; vyrovnaná vertikální struktura $A < 0,3$, výběrný les $A > 0,9$
	Vertikální diverzita	S (J&Di)	Jaehne, Dohrenbusch 1997	nízká $S < 0,3$, střední $S = 0,3–0,5$, vysoká $S = 0,5–0,7$, velmi vysoká diferenciace $S > 0,7$
Strukturální diferenciace	Tloušťková diferenciace	TM_d (Fi)	Füldner 1995	rozpětí 0–1; nízká $TM < 0,3$, střední $TM = 0,3–0,5$, vysoká $TM = 0,5–0,7$, velmi vysoká diferenciace $TM > 0,7$
	Výšková diferenciace	TM_h (Fi)	Füldner 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 $B > 9$

Jednotlivé plochy byly pro statistické hodnocení rozděleny podle nadmořské výšky na následující varianty: A (590–660 m n. m.), B (780–830 m n. m.), C (910–960 m n. m.) a D (1090–1120 m n. m.). Rozdíly mezi jednotlivými variantami z hlediska škod zvěří, produkce, struktury a diverzity byly testovány v programu STATISTICA 12 (StatSoft) pomocí analýzy rozptylu (ANOVA) a Tukeyho HSD testu. V případě nesplnění normálního rozdělení, byla data testována pomocí neparametrického Kruskal-Wallisova (KW) testu. Spolehlivost modelu byla vyjádřena koeficientem determinace (R^2). Analýza hlavních komponentů (dále jen PCA) byla provedena v programu CANOCO 5 (TER BRAAK, ŠMILAUER 2012) pro zhodnocení vztahu mezi škodami zvěří, produkcí, strukturou a diverzitou jednotlivých variant. Data byla před analýzou zlogaritmována a standardizována. Výsledky vícerozměrné PCA analýzy byly vizualizovány ve formě ordinačního diagramu.

5 VÝSLEDKY

5.1 Struktura a produkce stromového patra

Parametr nadmořské výšky měl signifikantní vliv na výčetní tloušťku jednotlivých stromů (ANOVA, $F_{(3, 441)} = 31,04$, $p < 0,001$). Nejvyšší výčetní tloušťka byla zjištěna na nejnižše položených TVP – 29,7 cm, přičemž na nejvýše položených TVP dosahovala výčetní tloušťka o 7,9 cm méně (21,8 cm) (Obr. 11).



Obr. 11: Grafy výčetní tloušťky, výšky, objemu kmene a obvodového poškození kmene jednotlivých stromů diferencovaně dle variant (A, B, C, D); signifikantní rozdíly ($p < 0,05$) jsou znázorněny rozdílným malým písmenem.

Statisticky prokazatelně byla nadmořskou výškou ovlivněna také výška stromů (KW test, Chi-Square = 217,31, df = 3, $p < 0,001$). Průměrná výška jednotlivých stromů byla o 11,2 m vyšší (25,8 m) na nejnižše položených TVP oproti nejvýše položeným (výška 14,6 m).

Nadmořská výška měla také statisticky významný vliv na objem jednotlivých stromů (KW test, Chi-Square = 122,50, df = 3, $p < 0,001$). Nejvyšší objem byl zjištěn na nejnižše položených TVP – 0,80 m³, přičemž na nejvýše položených TVP dosahoval objem kmene o 0,55 m³ méně (0,25 m³).

Nadmořská výška měla významný vliv i na velikost obvodového poškození jednotlivých stromů (KW test, Chi-Square = 22,22, df = 3, $p < 0,001$). Signifikantně nejvyšší poškození kmene bylo zjištěno na nejvýše položených TVP – 37,8 % oproti ostatním variantám. Na středně položených TVP bylo nejnižší poškození zvěří (varianta B – 24,8 % a varianta C – 24,9 %), přičemž v nejnižše položených TVP dosahovalo poškození ohryzem a loupáním téměř 28,5 % podílu z celkového počtu sledovaných jedinců.

Při porovnání jednotlivých TVP (nikoli stromových veličin jako v předchozím případě), signifikantní rozdíl mezi variantami nadmořské výšky byl zjištěn u většiny sledovaných parametrů, vyjma věku porostu, výtvarnice, kruhové základny a stupně zápoje (Tab. 3).

Tab. 3: Základní porostní charakteristiky sdruženého porostu diferencovaně dle výzkumných ploch (1–16) a variant (A, B, C, D) v roce 2019; signifikantní ($p < 0,05$) rozdíly jsou znázorněny rozdílným písmenem a u p-hodnot podtržením.

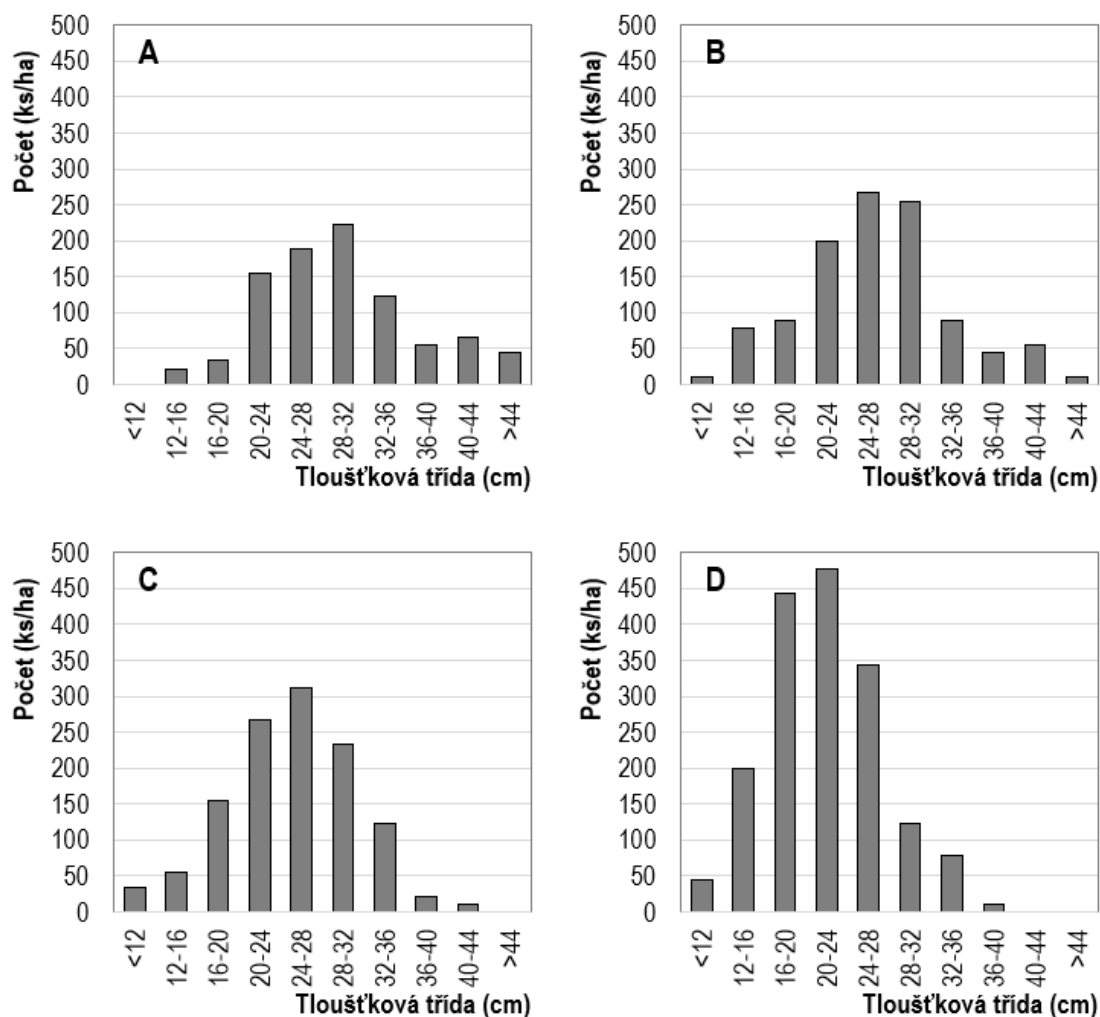
TVP	t	d	h	f	V	N	G	V	h/d	CPP	SDI	CC
	(y)	(cm)	(m)		(m ³)	(ks/ha)	(m ² /ha)	(m ³ /ha)		(m ³ /ha/rok)		(%)
1	54	35,0	27,28	0,41	1,082	800	77,0	866	77,9	16,04	1,12	88,6
2	55	26,5	23,79	0,43	0,566	1111	61,3	629	89,8	11,44	1,00	86,8
3	55	27,9	25,17	0,43	0,665	1156	70,7	769	90,2	13,98	1,13	75,9
4	58	36,0	29,18	0,41	1,227	578	58,7	709	81,1	12,22	0,85	78,9
A	56a	31,4b	26,36c	0,42a	0,885b	911a	66,9a	743b	84,8b	13,42b	1,03a	82,6a
5	54	26,0	21,85	0,42	0,492	1156	61,1	568	84,0	10,52	1,01	89,0
6	53	30,8	24,82	0,43	0,786	889	66,2	699	80,6	13,19	1,02	84,9
7	51	30,6	23,49	0,45	0,781	1022	74,7	799	76,8	15,67	1,16	89,9
8	52	24,7	21,30	0,43	0,443	1333	63,9	591	86,2	11,37	1,07	90,3
B	53a	28,0ab	22,87bc	0,43a	0,626ab	1100a	66,5a	664b	81,9b	12,69b	1,07a	88,5a
9	52	24,4	20,61	0,43	0,418	1467	68,3	613	84,5	11,79	1,15	83,1
10	52	25,1	20,73	0,44	0,454	1289	63,7	585	82,6	11,25	1,06	90,7
11	60	25,9	17,83	0,41	0,388	1022	53,7	396	68,8	6,60	0,89	90,6
12	57	28,1	20,47	0,42	0,535	1067	66,0	571	72,8	10,02	1,05	91,5
C	55a	25,9a	19,91b	0,43a	0,449ab	1211a	62,9a	541ab	77,2ab	9,92ab	1,04a	89,0a
13	60	24,6	14,23	0,43	0,291	1333	63,3	388	57,8	6,47	1,36	97,0
14	60	23,6	17,20	0,42	0,318	1822	79,6	580	72,9	9,67	1,36	84,0
15	60	22,9	13,49	0,42	0,236	1822	74,9	430	58,9	7,17	1,30	99,0
16	60	19,3	13,32	0,43	0,169	1911	55,9	323	69,0	5,38	1,38	84,3
D	60a	22,6ab	14,56a	0,43a	0,254a	1722b	68,4a	430a	64,7a	7,17a	1,35b	91,1a
Statistické testování rozdílů												
test	ANO	ANO	KW	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	KW
p	p=0,340	<u>p=0,015</u>	<u>p=0,001</u>	p=0,532	<u>p=0,003</u>	<u>p=0,002</u>	p=0,807	<u>p=0,005</u>	<u>p=0,004</u>	<u>p<0,001</u>	<u>p<0,001</u>	p=0,111

Poznámka: t – věk porostu, d – kvadratický průměr výčetní tloušťky, h – průměrná výška, f – výtvarnice, v – objem středního kmene, N – počet stromů na hektar, G – kruhová základna, V – porostní zásoba, h/d – štihllostní kvocient, CPP – celkový průměrný přírůst, SDI – index hustoty porostu, CC – stupeň zápoje

Počet stromů se v zájmovém území pohyboval od 578 ks/ha na TVP 4 (varianta A) do 1911 ks/ha na TVP 16 (varianta B; Tab. 3). Oproti počtu stromů se kruhová základna mezi TVP výrazně nelišila ($p = 0,807$). Nejnižší hodnoty kruhové základny byly patrné na TVP 11 (53,7 m²/ha), naopak nejvyšší na TVP 14 (79,6 m²/ha). Zásoba porostu byla nejvyšší na nejnižše položené variantě A (743 m³/ha), zejména na TVP 1 (866 m³/ha), přičemž zásoba na nejvýše položené variantě D byla o 436 m³/ha nižší, resp. o 543 m³/ha na TVP 16. Rovněž signifikantně ($p < 0,001$) nejvyšší celkový průměrný přírůst byl

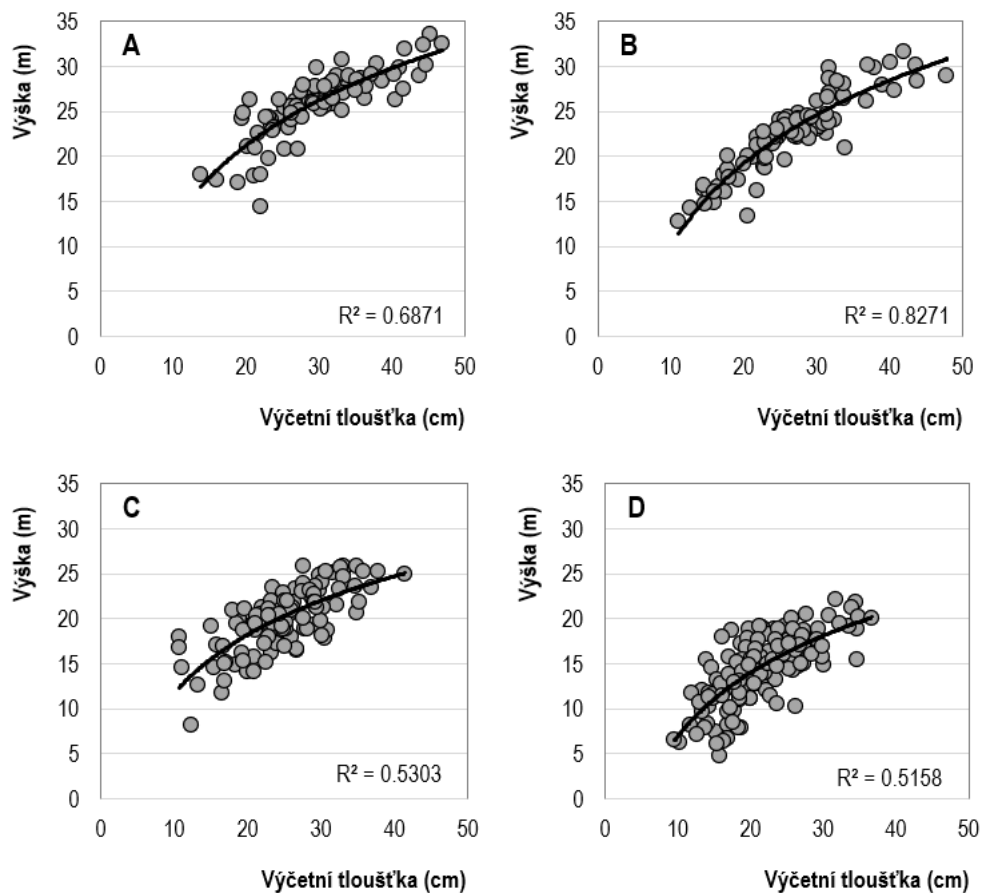
zjištěn na nejnižše položených TVP (průměr 12,69 a maximum 16,04 m³/ha/rok) oproti nejnižším hodnotám na variantě D (průměr 7,17 a minimum 5,38 m³/ha/rok). Index hustoty porostu (SDI) se na TVP pohyboval v rozmezí 0,85 (TVP 4) – 1,38 (TVP 16) a stupeň zápoje (CC) v rozmezí 75,9 (TVP 3) – 99,0 % (TVP 15).

Z hlediska tloušťkové distribuce, varianta A (nejnižší polohy) měla nejvyšší četnost stromů v tloušťkové třídě 28–32 cm (222 ks/ha). Varianta B měla nejvyšší četnost v tloušťkové třídě 24–28 cm (267 ks/ha), podobně jako varianta C (311 ks/ha). Nejvýše položené TVP v rámci varianty D měli nejvyšší četnost stromů v tloušťkové třídě 20–24 cm (478 ks/ha). Z Obr. 12 je patrné, že ve všech případech se jedná o stejnověké porosty, které svojí distribucí jedinců v tloušťkových třídách připomínají tvarem Gaussovu křivku.



Obr. 12: Výšková struktura jednotlivých variant (A, B, C, D) v roce 2019.

Z Obr. 13 vyplývá, že se stoupající nadmořskou výškou klesala výška stromů při dané výčetní tloušťce, a naopak se zvyšovala variabilita jedinců (znázorněna koeficientem determinace). Varianta A dosahovala koeficient determinace $R^2 = 0,6871$. Nejvyšší koeficient determinace byl zjištěn na variantě B ($R^2 = 0,8271$). Varianta C dosahovala koeficientu determinace $R^2 = 0,5303$. Nejnižší koeficient determinace ($R^2 = 0,5158$), resp. nejvyšší variabilita stromů byla zjištěna na nejvýše položených TVP (varianta D).



Obr. 13: Závislost výšky na výčetní tloušťce diferencovaně dle jednotlivých variant (A, B, C, D) v roce 2019; R^2 vyjadřuje koeficient determinace.

5.2 Diverzita porostů

Z hlediska horizontální struktury, stromy byly na všech TVP rozmístěny náhodně, kromě TVP 1 a 8. Na těchto dvou TVP bylo prostorové rozmístění stromů pravidelné dle R indexu (Tab. 4). S rostoucí nadmořskou výškou se signifikantně zvyšovala vertikální diverzita ($p = 0,005$). Nízká až střední vertikální diverzita stromového patra byla zjištěna na nejnižše položených TVP, přičemž velmi vysoká byla na nejvýše položených TVP.

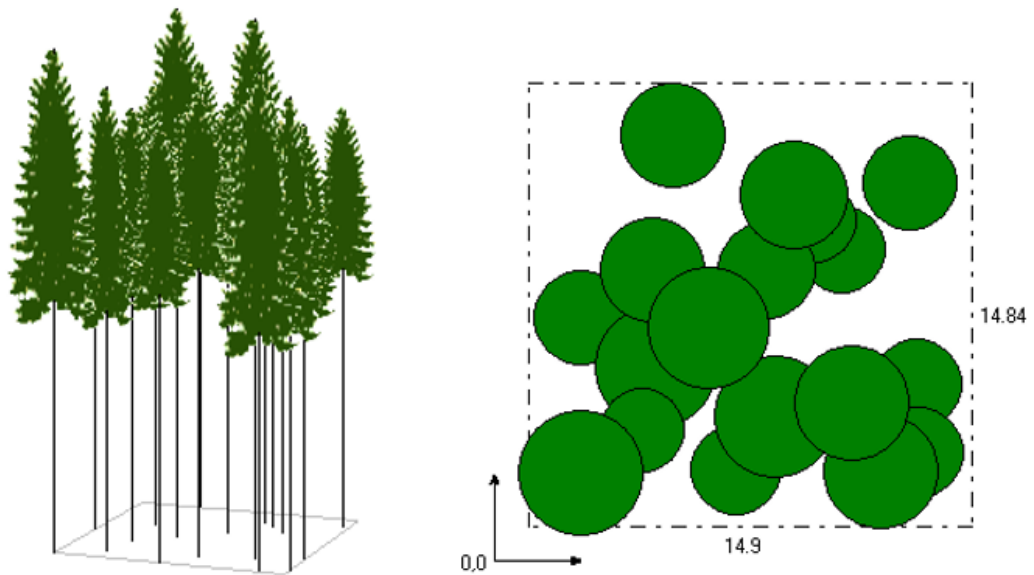
Tab. 4: Základní ukazatelé diverzity sdruženého porostu diferencovaně dle výzkumných ploch (1–16) a variant (A, B, C, D) v roce 2019; signifikantní ($p < 0,05$) rozdíly jsou znázorněny rozdílným písmenem a u p-hodnot podtržením.

TVP	R (C&Ei)	Ap (Pri)	TMd (Fi)	TMh (Fi)	S (J&Di)	K (J&Di)	B (J&Di)
1	1,332*	0,366	0,215	0,09	0,358	0,251	2,082
2	0,994	0,386	0,223	0,14	0,389	0,455	2,477
3	1,245	0,532	0,237	0,139	0,534	0,892	3,076
4	1,026	0,229	0,203	0,077	0,316	0,272	1,856
A	1,149a	0,378a	0,220a	0,112a	0,399a	0,468a	2,373a
5	1,326	0,322	0,209	0,175	0,46	0,473	2,498
6	0,942	0,462	0,163	0,112	0,507	0,844	3,062
7	1,216	0,644	0,301	0,204	0,598	0,663	3,102
8	1,278*	0,539	0,239	0,135	0,401	0,468	2,262
B	1,191a	0,492a	0,228a	0,157a	0,492a	0,612a	2,731a
9	1,291	0,364	0,271	0,136	0,432	1,29	3,913
10	1,208	0,575	0,222	0,196	0,683	1,256	4,135
11	1,214	0,545	0,212	0,162	0,425	0,612	2,555
12	1,213	0,602	0,213	0,113	0,456	0,571	2,696
C	1,232a	0,522ab	0,230a	0,152a	0,499a	0,932a	3,325a
13	1,081	0,753	0,268	0,286	0,698	1,484	4,503
14	1,208	0,626	0,235	0,201	0,643	1,811	4,561
15	0,983	0,807	0,253	0,296	0,755	1,647	4,836
16	1,123	0,778	0,224	0,237	0,672	1,341	4,226
D	1,099a	0,741b	0,245a	0,255b	0,692a	1,571b	4,532b
Statistické testování rozdílů							
test	KW	ANO	KW	ANO	KW	ANO	ANO
p	p=0,111	p=0,005	p=0,111	p=0,001	p=0,111	p<0,001	p<0,001

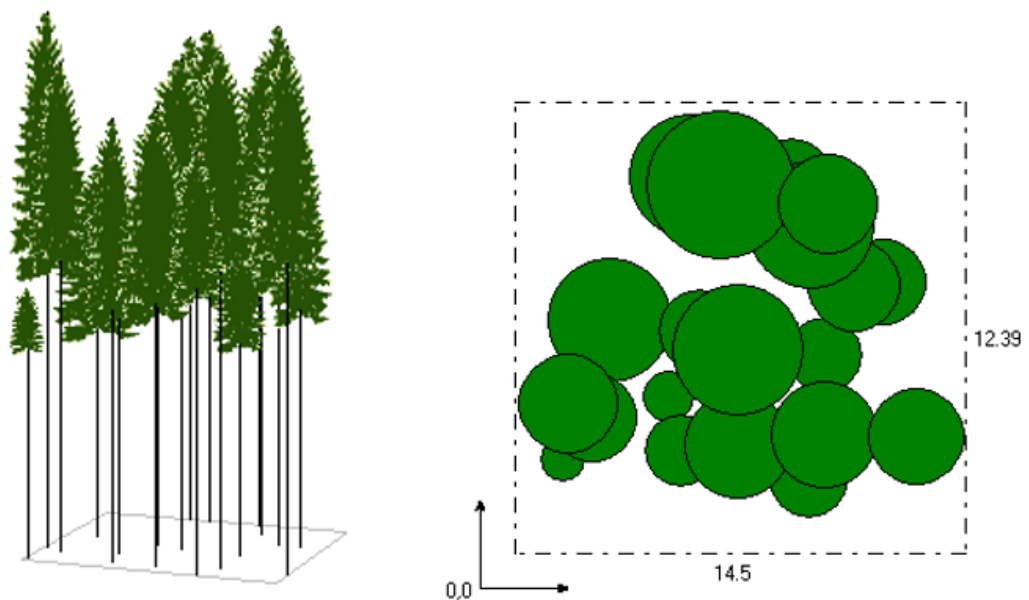
Vysvětlivky: Ap – vertikální Arten profil index, S – vertikální diverzita, TMd – tloušťková diferenciacie, TMh – výšková diferenciacie, K – korunová diferenciacie, B – celková porostní diverzita signifikantně ($p < 0,05$) pravidelné rozmístění stromů

Tloušťková, výšková i korunová diferenciacie byla ve všech případech nízká, přičemž rozdíly mezi variantami byly zjištěny pouze u výškové diferenciacie. Z hlediska celkové diverzity, signifikantně ($p < 0,001$) nejvyšší porostní diverzita charakterizující rovnoměrnou výstavbu byla zjištěna na TVP u varianty D. U všech níže položených variant dosahovaly porosty monotónní struktury.

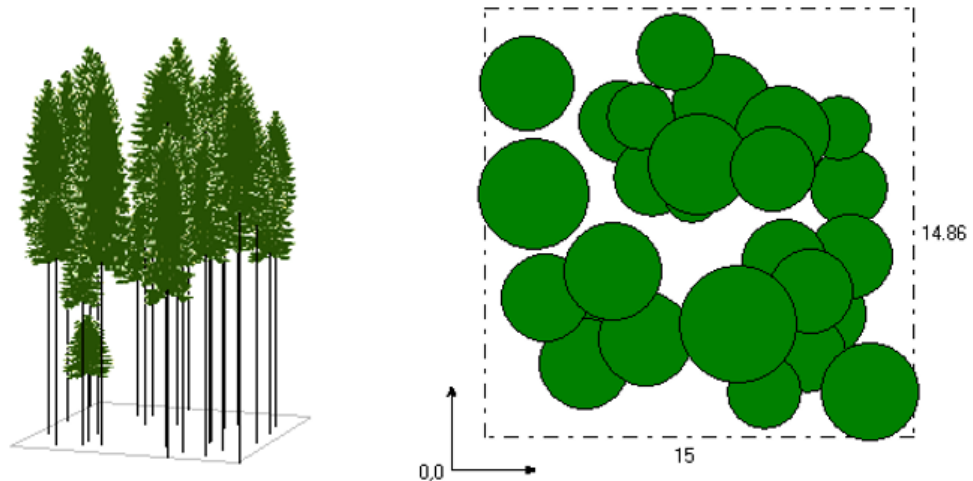
Na Obr. 14–17 je znázorněna vertikální a horizontální struktura smrkového porostu na TVP 1, 6, 10, 16, resp. vždy jedna TVP charakterizující jednu variantu. Z obrázků je patrné, jak se mění jednak výška porostu a počty stromů, ale také struktura a diverzita porostu.



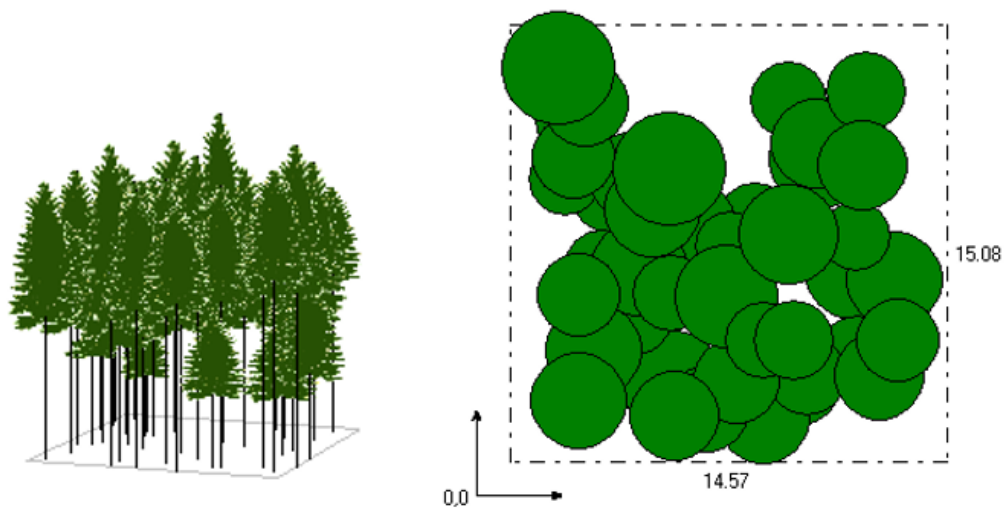
Obr. 14: Příklad vizualizace vertikální a horizontální struktury smrkového porostu na TVP 1 (varianta A) v roce 2019.



Obr. 15: Příklad vizualizace vertikální a horizontální struktury smrkového porostu na TVP 6 (varianta B) v roce 2019.



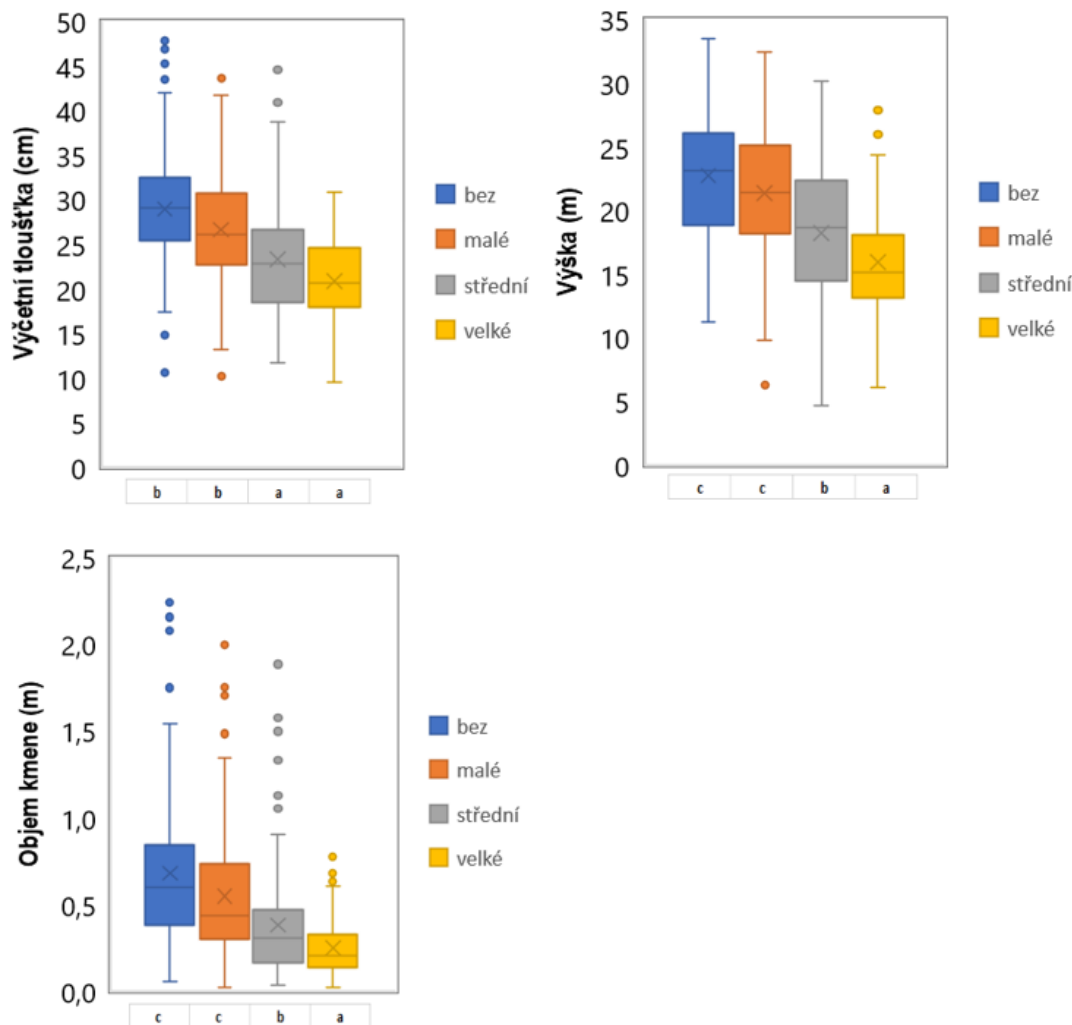
Obr. 16: Příklad vizualizace vertikální a horizontální struktury smrkového porostu na TVP 10 (varianta C) v roce 2019.



Obr. 17: Příklad vizualizace vertikální a horizontální struktury smrkového porostu na TVP 16 (varianta D) v roce 2019.

5.3 Škody ohryzem a loupáním

Velikost obvodového poškození loupání a ohryzem mělo významný vliv na výčetní tloušťku stromů (KW test, Chi-Square = 69,30, df = 3, $p < 0,001$). Nejsilněji poškození jedinci dosahovali průměrnou tloušťku 20,8 cm, přičemž tloušťka stromů bez poškození byla o 8,9 cm vyšší (29,7 cm) (Obr. 18).



Obr. 18: Vliv ohryzu, loupání a následné hniloby na výčetní tloušťku, výšku a objem kmene jednotlivých stromů diferencovaně dle velikosti poškození; signifikantní ($p < 0,05$) rozdíly jsou znázorněny rozdílným malým písmenem.

Obdobně jako u tloušťky, také výška stromů byla signifikantně ovlivněna škodami zvěří (ANOVA, $F(3, 441) = 35,14$, $p < 0,001$). Nejnižší průměrná výška (15,8 m) byla zjištěno u silně poškozených jedinců a nejvyšší u zdravých stromů (22,7 m).

Poškození jednotlivých stromů mělo signifikantní vliv i na objem stromů (KW test, Chi-Square = 69,14, df = 3, $p < 0,001$). U nepoškozených stromů dosahoval objem

středního kmene 0,678 m³, přičemž u silně poškozených stromů jen 0,248 m³ (o 63 % méně).

Z Tab. 5 vyplývá, že nadmořská výška má prokazatelný vliv na velikost obvodového poškození kmene stromů (ANOVA, $F_{(3, 12)} = 4,21$, $p=0,030$). Největší poškození bylo na TVP s nejvyšší nadmořskou výškou (38,4 %) oproti středním polohám (24,5 %). Na těchto TVP bylo obvodové poškození vyšší o 14 %. Na nejvýše položených TVP byl zjištěn také nejvyšší podíl poškozených stromů (90,6 %), ale zde již nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi jednotlivými variantami (ANOVA, $F_{(3, 12)} = 1,05$, $p = 0,408$).

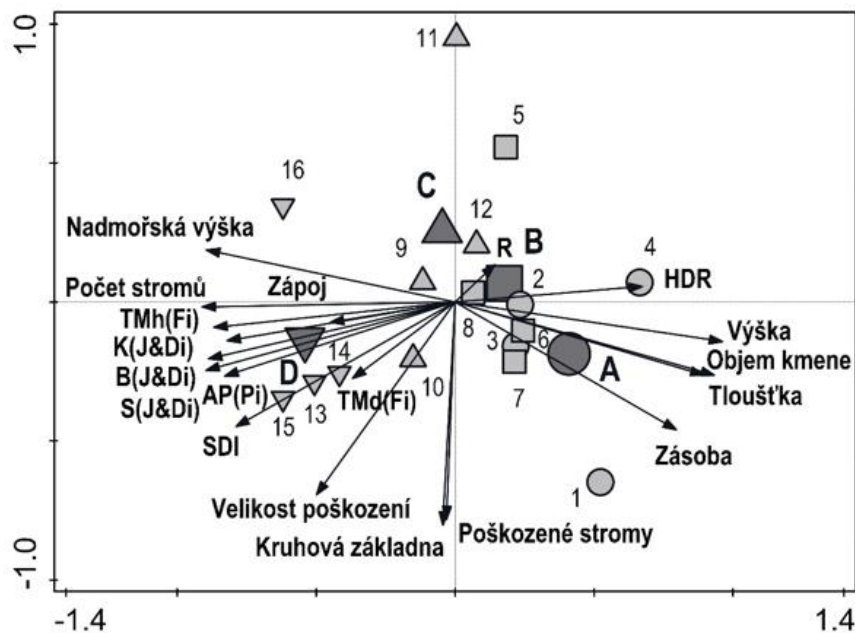
Tab. 5: Velikost obvodového poškození a podíl poškozených stromů diferencovaně dle výzkumných ploch (1–16) a variant (A, B, C, D) v roce 2019; signifikantní ($p < 0,05$) rozdíly jsou znázorněny rozdílným písmenem a u p-hodnot podtržením.

TVP	Varianta	Velikost obvod. poškození (%)	Průměr (%)	Test	p hodnota	Podíl poškoz. stromů (%)	Průměr (%)	Test	p hodnota
1	A	37,5				100,0			
2	A	30,1	28,8ab			80,7	88,7a		
3	A	22,9		88,5					
4	A	24,5		85,7					
5	B	18,2		81,5					
6	B	24,0	24,4a			95,0	89,4a		
7	B	24,2		87,5					
8	B	31,3		93,5					
9	C	23,8		ANOVA	<u>0,030</u>	79,4		ANOVA	0,407
10	C	31,3	24,6a			93,3	81,9a		
11	C	18,1		70,8					
12	C	25,2		84,0					
13	D	46,4				100,0			
14	D	30,4	38,4b			85,7	90,6a		
15	D	43,7		90,4					
16	D	33,1		86,4					

5.4 Interakce mezi produkcí, diverzitou, strukturou a škodami zvěří

Výsledky PCA analýzy vyjadřující vztah mezi škodami zvěří, nadmořskou výškou, produkcí, strukturou a diverzitou jednotlivých TVP jsou prezentovány formou ordinačního diagramu na Obr. 19. První ordinační osa prezentuje 68,0 %, první dvě osy

80,9 % a čtyři osy dohromady vysvětlují 94,9 % variability dat. Osa x představuje počet stromů a štíhlostní koeficient. Osa y prezentuje kruhovou základnu a podíl poškozených stromů. Nejmenší vysvětlující proměnou byl v diagramu agregační index. Se zvyšující nadmořskou výškou se zvyšoval počet stromů a zápoj, přičemž tyto parametry byly negativně korelovány s objemem kmene, tloušťkou, výškou, štíhlostním kvocientem a zásobou porostu. Kruhová základna byla pozitivně korelována s podílem poškozených stromů, zatímco tyto parametry nejsou ovlivňovány nadmořskou výškou. Index hustoty porostu byl pozitivně korelován s indexy popisující strukturální a celkovou diverzitu. Z diagramu vyplývá, že nejvýše položené plochy měly nízkou produkci, velkou diverzitu a vysoké škody zvěří při porovnání s níže položenými plochami.



Obr. 19: Ordinační diagram zobrazující výsledky PCA závislosti mezi porostními charakteristikami (Výška, Tloušťka, Počet stromů, Zásoba, Objem kmene, Kruhová základna, HDR – štíhlostní kvocient, SDI – index porostní hustoty, Zápoj), strukturálními indexy (A – Arten-profil index, S – vertikální diverzita, TM_d – tloušťková diferenciace, TM_h – výšková diferenciace, K – koronová diferenciace, B – celková porostní diverzita), nadmořskou výškou a jednotlivými variantami (A, B, C, D) v roce 2019; symboly označují varianty ● A, ■ B, ▲ C, ▼ D.

6 DISKUZE

S ohledem na produkci se počet stromů ve smrkových porostech ve věku přibližně 55 let v zájmovém území CHKO Jeseníky pohyboval od 578 do 1911 ks/ha, přičemž s rostoucí nadmořskou výškou se počet stromů zvyšoval. Zvyšující hustotu stromů v horských porostech s rostoucí nadmořskou výškou také dokumentuje VACEK et al. (2015) ve východní části Krkonošského národního parku i FORRESTER et al. (2013) v jihozápadním Německu. Oproti počtu stromů se kruhová základna mezi jednotlivými TVP napříč výškovými gradienty statisticky prokazatelně nelišila. Nejnižší produkční hodnoty dosahovala na TVP 11 – 53,7 m²/ha, naopak nejvyšší byla zjištěna na TVP 14 – 79,6 m²/ha. Vyšší počty stromů (1100–2200 ks/ha), resp. nižší hodnoty kruhové základny (23,7–64,7 m²/ha) uvádí CUKOR et al. (2019a) ze smrkových porostů ve věku 42 let v Krušných horách. Podobně, jako s počtem stromů, s rostoucí nadmořskou výškou se zvyšovala průměrná výčetní tloušťka, výška a objem kmene KRÁLÍČEK et al. (2017), tento trend také dokumentuje ze smíšených smrko-bukových porostů v CHKO Orlické hory.

Zásoba porostu byla v zájmovém území nejvyšší na nejnižše položené variantě A (743 m³/ha), přičemž zásoba na nejméně položených porostech byla o 436 m³/ha nižší (307 m³/ha). Nižší zásoba porostu ve věku 45 let byla zjištěna ve smrkových porostech u Sokolova (205 m³/ha; VACEK et al. 2018) a i obdobně starých porostech v okolí Stříbra (164–588 m³/ha; CUKOR et al. 2019a). Podobnou porostní zásobu (313–678 m³/ha) pak uvádí ve stejném věku CUKOR et al. (2017) ze smrkových porostů nacházejících se na bývalé zemědělské půdě v Orlických horách. Další práce z Orlických hor dokumentuje zásobu porostu ve věku 66 let na zemědělských půdách v rozmezí 508–920 m³/ha a na lesních půdách v rozmezí 346–627 m³/ha (CUKOR et al. 2019b). Podobně signifikantně nejvyšší celkový průměrný přírůst byl zjištěn v zájmovém území na nejnižše položených porostech do 700 m n. m. (12,69 m³/ha/rok), naopak v porostech okolo 1100 m n. m. CPP dosahoval o 43 % nižších hodnot (7,17 m³/ha/rok). Podobný CPP (7,9–13,7 m³/ha/rok) byl zjištěn v západních Čechách ve smrkových porostech, kde byly škody ohryzem a loupáním minimální, naopak výrazně nižší CPP (4,0–9,3 m³/ha/rok) dosahoval v silně poškozených porostech jelenem sikou (CUKOR et al. 2019a). Index hustoty porostu se na TVP pohyboval v rozmezí 0,85–1,38 a stupeň zápoje v rozmezí 75,9–99,0 %.

Z hlediska diverzity, prostorové rozmístění stromů bylo na studovaných TVP ve většině případů náhodné. Převládající náhodná horizontální strukturu mateřského porostu byla zjištěna ve smrkových porostech v Krkonoších (KRÁL et al. 2015), v Krušných horách (CUKOR et al. 2019a), na Šumavě (VACEK et al. 2019a) nebo ve smíšených smrkových porostech v Orlických horách (KRÁLÍČEK et al. 2017) a Jizerských horách (VACEK et al. 2019b). Se zvyšující nadmořskou výškou se prostorové rozmístění stromů v porostu neměnilo. Naopak práce VACEK et al. (2015) a BULUŠEK et al. (2016) popisují, že s rostoucí nadmořskou výškou se zvyšuje tendence mateřského porostu k agregované distribuci stromů. Z hlediska strukturální diferenciace, tloušťková, výšková i korunová diferenciace byla ve všech případech nízká. Z hlediska celkové diverzity, signifikantně nejvyšší porostní diverzita charakterizující rovnoměrnou výstavbu byla zjištěna na TVP na nejvýše položených polohách. U všech níže položených variant dosahovaly porosty monotónní strukturu. Výrazně vyšší celkovou diverzitou dokumentuje KRÁL et al. (2015) ze smrkových porostů v Národním parku Krkonoše i HEURICH a THOMA (2008) v Národním parku Bavorský les v Německu.

Strukturu a produkci smrkových porostů významně neovlivňovala pouze nadmořská výška, ale také škody zvěří. Škody ohryzem a loupáním mají negativní vliv na růst stromů, následné šíření hnilob v kmenech a stabilitu stromů (KRISANS et al. 2020; CUKOR et al. 2019b). V zájmové oblasti Jeseníků, v průměru 87,7 % stromů z celkového počtu bylo v porostech poškozeno ohryzem a loupáním. Signifikantně největší obvodové poškození kmene (38,4 %) bylo zjištěno u stromů v porostech v nadmořské výšce nad 1000 m n. m. oproti níže položeným polohám. Na druhou stranu KIFFNER et al. (2008) pozoroval ve smrkových porostech v Německu, že škody ohryzem a loupáním se zvyšovaly s rostoucím sklonem svahu a že vyšší škody se nacházely uprostřed lesa při porovnání s okrajem porostu. Při porovnání se ostatními lokalitami, škody ohryzem a loupáním jelenem sikou se nacházely v západních Čechách u 77,3 % stromů a v Krušných horách způsobeným jelenem evropským u 88,8 % stromů (VACEK et al. 2020b). CUKOR et al. (2019a) pak udává, že ve smrkových porostech ve věku okolo 42 let dosahovalo v průměru obvodové poškození 31 %, což je o 2 % více než ve studovaném území. Podobně ve smrkových porostech ve Švédsku dosahovalo poškození ohryzem a loupáním 83–92 % stromů (MÅNSSON, JARNEMO 2013). Celkově škody ohryzem a loupáním měly signifikantně negativní vliv na výčetní tloušťku, výšku a objem kmene. Při porovnání silně poškozených stromů a zdravých

smrků, ztráta na objemové produkci dosahovala až 63 %. K podobným závěrům došla i práce VACEK et al. (2020b), která uvádí, že ztráta na objemovém přírůstu se pohybovala v rozmezí 50–71 % u silně poškozených stromů.

7 ZÁVĚR

Škody ohryzem a loupáním významně ovlivňují strukturu a produkci smrkových porostů ve výškovém gradientu v severní části CHKO Jeseníky. Se zvyšujícím se obvodovým poškozením se prokazatelně snižuje tloušťka, výška a objem stromů. Porovnání silně poškozených a zdravých jedinců odhalilo ztrátu na objemové produkci v míře až 63 %. Největší škody zvěří jsou pak patrné v porostech v nadmořské výšce nad 1 000 m n. m. Poškození zde dosahuje podílu 90,6 % z celkového počtu jedinců, průměrně poškození stromů dosahuje 38,4 % obvodu kmene. S nadmořskou výškou se také významně mění struktura a produkce smrkových porostů. Nižší nadmořské výšky skýtají lepší podmínky pro lesní produkci, a to pro příznivější klima, delší vegetační období a nižší tlak zvěře. Porosty v nižších polohách tak mají oproti porostům výše právě vyšší výčetní tloušťku, výšku a zásobu porostu. Na druhou stranu výše položené porosty se vyznačují vyšším počtem stromů, vertikální a celkovou diverzitou. Škody ohryzem jsou v zájmovém území velmi vysoké a následně negativně neovlivňují pouze produkci, ale také stabilitu v důsledku následné hniloby kmene a zlomům.

Na základě zjištění silného tlaku zvěře doporučujeme redukci jejích stavů na ekologicky únosnou mez, rovněž optimalizovat věkovou strukturu populace a poměr pohlaví. Se snížením škod také souvisí budování políček pro zvěř, přezimovacích obůrek či vhodné příkrmování. Dalším řešením může být také podpora reintrodukce vlka do zájmové oblasti. Velmi důležitá je však harmonizace lesnického a mysliveckého managementu.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERARATURY:

8.1 Knižní zdroje a ostatní vědecké práce

AMMER, CH. Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management*, 1996, 88.1-2: 43-53.

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

AOPK. Rozbory Chráněné krajinné oblasti Jeseníky. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Správa chráněné krajinné oblasti Jeseníky, 2012.

BULUŠEK, D., VACEK, Z., VACEK, S., KRÁL, J., BÍLEK, L., KRÁLÍČEK I., Spatial pattern of relict beech (*Fagus sylvatica* L.) forests in the Sudetes of the Czech Republic and Poland. *Journal of Forest Science*, 2016, 62.7: 293-305.

CAGNACCI, F., FOCARDI, S., HEURICH, M., STACHE, A., HEWITSON, M., ed. Partial migration in roe deer: migratory and resident tactics are end points of a behavioural gradient determined by ecological factors. *Oikos*, 2011, 120.12: 1790-1802.

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

CROOKSTON, N.L., STAGE, A.R. 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, 1999, 11 s.

CUKOR, J., VACEK, Z., LINDA, R., SHARMA, R.P., VACEK, S., Afforested farmland vs. forestland: Effects of bark stripping by *Cervus elaphus* and climate on production potential and structure of *Picea abies* forests. *PloS one*, 2019b, 14.8: e0221082.

CUKOR, J., VACEK, Z., LINDA, R., VACEK, S., MARADA, P., ed. Effects of bark stripping on timber production and structure of Norway spruce forests in relation to climatic factors. *Forests*, 2019a, 10.4: 320.

- ČERMÁK, P., HORSÁK, P., ŠPIŘÍK, M., ed. Relationships between browsing damage and woody species dominance. *Journal of Forest Science*, 2009, 55.1: 23-31.
- ČERNÝ, M., PAŘEZ, J., Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). Jílové u Prahy, IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, 1996, 245 s.
- ČERVENÝ, J., ŠTASTNÝ, K., KOUBEK, P., *Zvěř: Ottova encyklopedie*. Praha: Ottovo nakladatelství, 2016.
- DROBNÍK, J., DVOŘÁK, P. *Lesní zákon*, Wolters Kluwer ČR, 2010, 304 s.
- ŘURAČKA, K. *Vysoké Tatry po větrné živelné pohromě*. 2008.
- FABER, W. E., Bark stripping by moose on young *Pinus sylvestris* in south-central Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1996, 11.1-4: 300-306.
- FABRIKA, M., ĎURSKÝ, J. Algorithms and software solution of thinning models for SIBYLA growth simulator. *Journal of Forest Science*, 2005, 51.10: 431-445.
- FITZGERALD, J., LINDNER, M. (eds.) *Adapting to climate change in European forests – Results of the MOTIVE project*. Pensoft Publishers, Sofia, 2013, 108 s.
- FÜLDNER, K., Strukturbeschreibung in Mischbeständen. *Forstarchiv*, 1995, 66: 235–606.
- HANEWINKEL, M., HUMMEL, S., CULLMANN, DA., Modelling and economic evaluation of forest biome shifts under climate change in Southwest Germany. *Forest Ecology and Management*, 2010, 259.4: 710-719.
- HEINKEN, T., RAUDNITSCHKA, D. Do wild ungulates contribute to the dispersal of vascular plants in central European forests by epizoochory? A case study in NE Germany. *Forstwissenschaftliches Centralblatt Vereinigt Mit Tharandter Forstliches Jahrbuch*, 2002, 121.4: 179-194.
- HIEKE, K. *Encyklopedie jehličnatých stromů a keřů*. 2. vydání. V Brně: CPress, 2019. ISBN 978-80-264-2461-1.
- HLÁSNÝ, T., MARUŠÁK, R., NOVÁK, J., BARKA, I., ČIHÁK, T., SLODIČÁK, M. *Adaptace hospodaření ve smrkových porostech České republiky na změnu klimatu s důrazem na produkci lesa: certifikovaná metodika*. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, vvi. 2016.

- HOFMEISTER, Š., SVOBODA, M., SOUČEK, J., ed. Spatial pattern of Norway spruce and silver fir natural regeneration in uneven-aged mixed forests of northeastern Bohemia. *Journal of Forest Science*, 2008, 54.3: 92-101.
- HORNA, F. Komentář lesních zákonů a nařízení. Vyd. Praha, 1937.
- HUNTER, ML., HUNTER, ML. Jr, Maintaining biodiversity in forest ecosystems. Cambridge university press, 1999.
- JAEHNE, S.C., DOHRENBUSCH, A., Ein Verfahren zur Beurteilung der Bestandesdiversität. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 1997, 116: 333-345.
- JENÍK, J., Ecological meaning of stability. In *Stability of Spruce Forest Ecosystems; Symposium MAB: Brno, Czech Republic, 1979*, s. 7–15.
- JENÍK, J., Ekosystémy: (úvod do organizace zonálních a azonálních biomů). 1. vyd. Praha: Karolinum, 1995, 135 s.
- JERINA, K., DAJČMAN, M., ADAMIČ, M. Red deer (*Cervus elaphus*) bark stripping on spruce with regard to spatial distribution of supplemental feeding places. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 2008, 86: 33-43.
- JONÁŠOVÁ, M., PRACH, K. Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. *Ecological Engineering*, 2004, 23.1: 15-27.
- KESSL, J. Ochrana lesa proti škodám zvěří. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, Lesnická knihovna (Státní zemědělské nakladatelství), 1957.
- KIFFNER, C., ROSSIGER, E., TRISL, O., SCHULZ, R., RÜHE, F. Probability of recent bark stripping damage by red deer (*Cervus elaphus*) on Norway spruce (*Picea abies*) in a low mountain range in Germany-a preliminary analysis. *Silva Fennica*, 2008, 42.1: 125.
- KORPEL, Š. Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart: G. Fischer. 1995.
- KORPEL, Š. Silviculture. Bratislava, Příroda, 1991, 475.
- KOUBA, J., Posouzení holosečného hospodářství. Celostátní seminář „Porovnání efektivity holosečného a podrostního hospodářství na příkladu smrkového a bukového hospodaření.“ Volary 30. 5. 2002, ČLS Praha, ÚHÚL Brandýs nad Labem 2002, 13 s.

- KRÁL, J., VACEK, S., VACEK, Z., PUTALOVÁ, T., BULUŠEK, D. Structure, development and health status of spruce forests affected by air pollution in the western Krkonoše Mts. in 1979–2014. *Central European Forestry Journal*, 2015, 61.3: 175-187.
- KRÁLÍČEK, I., VACEK, Z., VACEK, S., REMEŠ, J., BULUŠEK, D. Dynamics and structure of mountain autochthonous spruce-beech forests: impact of hilltop phenomenon, air pollutants and climate. *Dendrobiology*, 2017, 77: 119-137.
- KRISANS, O., SALENIECE, R., RUST, S., ELFERTS, D., KAPOSTINS, R. Effect of bark-stripping on mechanical stability of Norway spruce. *Forests*, 2020, 11.3: 357.
- KŘÍSTEK, J., URBAN, J. *Lesnická entomologie*. Vyd. 2., upr. Praha: Academia, 2013. ISBN 978-80-200-2237-0.
- KUBÁT, K. *Klíč ke květeně České republiky*. Praha: Academia, 2002.
- KUČERA, M., ADOLT, R. *Národní inventarizace lesů v České republice – výsledky druhého cyklu 2011–2015*. Vydání první. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2019.
- KUPFERSCHMID, AD. ZIMMERMANN, S., BUGMANNA, H. Browsing regime and growth response of naturally regenerated *Abies alba* saplings along light gradients. *Forest Ecology and Management*, 2013, 310: 393-404.
- LAŠTŮVKA, Z., KREJČOVÁ, P. *Ekologie*. Brno: Konvoj, 2000, 184 s.
- LEIBUNDGUT, H., SCHÄDELIN, W. *Pěstební ... péče o les: Nové zprac. díla Waltera Schädelina* Probírka jakostní jako pěstební výkon vrcholné tvorby hodnot. Z něm orig. *Die Waldpflege* přel. Jaromír Čížek. [který také naps.] předml. Praha: SZN. 1968.
- LENOCH, J. *Dějiny lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu*. Mendelova univerzita v Brně. 2014.
- LHP. *Lesní hospodářský plán Jeseník na období od 1. 1. 2018 do 31. 12. 2028*. Brandýs nad Labem. Ústav pro hospodářskou úpravu lesa, 2017.
- MÅNSSON, J., JARNEMO, A. Bark-stripping on Norway spruce by red deer in Sweden: level of damage and relation to tree characteristics. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2013, 28.2: 117-125.

- MAMULA, P. M. Vliv abiotických stresových faktorů na stav smrkových porostů v Evropě-využití dálkového průzkumu Země. 2019.
- MÍCHAL, I. Dynamika přírodního lesa I. Živa, 1983, 31.1: 8-12.
- MOTTA R., Ungulate impact on rowan (*Sorbus aucuparia* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) height structure in mountain forests in the eastern Italian Alps. Forest Ecology and Management, 2003, 181.1-2: 139-150.
- MOTTA, Renzo. Ungulate impact on rowan (*Sorbus aucuparia* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) height structure in mountain forests in the eastern Italian Alps. Forest ecology and management, 2003, 181.1-2: 139-150.181, 139–150.
- MZE. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2019. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 2020.
- NOVÁK, J., SLODIČÁK, M. Structure and accumulation of litterfall under Norway spruce stands in connection with thinnings. Journal of Forest Science, 2004 50.3: 101–108.
- PETRÁŠ, R., PAJTÍK, J. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. Lesnický časopis, 1991, 37: 49–56.
- PETŘÍČEK, V., MÍCHAL, S., Péče o chráněná území. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 1999.
- PILÁTOVÁ, E., LONGAUER, R. Provenienční výzkum lesních dřevin. Genetika a šlechtění lesních dřevin. LDF Mendelu. 2014.
- POKORNÝ, R., URBAN, O. Perspektivy pěstování smrku ztepilého – II.: Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.; Lesnická práce, 2012.
- POLENO, Z., VACEK, S., Pěstování lesů. 2., upr. a dopl. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2011.
- PONDĚLNÍČEK, J. Škody zvěří – ano/ne: Lesnická práce, 2011.
- PRETZSCH, H. Wissen nutzbar machen für das Management von Waldökosystemen. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald, 2006, 61: 1158–1159.
- PŘÍHODA, J. Na rychlá řešení bych byl v lesnictví opatrný: Lesnická práce, 2013.
- QUITT, E. Klimatické oblasti Československa. Studia Geographica, 16, Geogr. úst. ČSAV, Brno, 1971.

- REINEKE, L.H. Perfecting a stand density index for even-aged forests. *Journal of Agricultural Research*, 1933, 46.7: 627-638.
- SLODIČÁK, M. Příčiny chřadnutí smrku na Opavsku. Chřadnutí smrku v oblasti severní a střední Moravy. Sborník přednášek odborného semináře, Budišov nad Budišovkou, 2014, 14.2014: 5-8.
- SUZUKI, M., SUZUKI, M., MIYASHITA, T., KABAYA, H., OCHIAI, K., ASADA, M., Deer herbivory as an important driver of divergence of ground vegetation communities in temperate forests. *Oikos*, 2013, 122.1: 104-110.
- ŠERÁ, B., ed. Příspěvek ke znalostem přirozeného růstu a vývoje sazenic smrku horského v Norsku. *Ekológia (Bratislava)*, 2000, 19.4: 420-434.
- ŠTÍCHA, V., KUPKA, I., ZAHRADNÍK, D., ed. Influence of micro-relief and weed competition on natural regeneration of mountain forests in the Šumava Mountains. *Journal of Forest Science*, 2010, 56.5: 218-224.
- ŠVESTKA, M., HOCHMUT, R., *Praktické metody v ochraně lesa*. 2. dopl. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 1996.
- ULBRICHOVÁ, I. Development of the spruce natural regeneration on mountain sites in the Šumava Mts. *Journal of Forest Science*, 2006, 52.10: 446-456.
- ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P., TICHÁ, S., KOBLÍŽEK, J., *Dřeviny ČR*. Lesnická práce s. r. o., 2009.
- VACEK S., MIKESKA M., *Struktura porostů a trvale udržitelné hospodaření v lese*. Lesnická práce, 2007.
- VACEK S., PODRÁZSKÝ V., Forest ecosystems of the Šumava Mts. and their management. *Journal of Forest Science*, 2003, 49.7: 291-301.
- VACEK S., *Skladba porostu; porost smíšený*. In: VLKOVÁ, V., POLENO, Z., eds. *Lesnický naučný slovník*.
- VACEK, S., NOSKOVÁ, I., BÍLEK, L., VACEK, Z., Regeneration of forest stands on permanent research plots in the Krkonoše Mts. *Journal of Forest Science*, 2010, 56.11: 541-554.
- VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V. *Přírodě blízké hospodářství v podmínkách střední Evropy*, ČZU, 2006, 74 s.

- VACEK, S., VACEK, Z., BÍLEK, L., NOSKOVÁ, I., ed. Structure and development of forest stands on permanent research plots in the Krkonoše Mts. *Journal of Forest Science*, 2010, 56.11: 518-530.
- VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARZ O. Struktura a vývoj lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš: Structure and development of forest stands on research plots in the Krkonoše national parks. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2010. ISBN 978-80-87154-41-0.
- VACEK, S., VACEK, Z., ULBRICHOVÁ, I., REMEŠ, J., ed. The effects of fertilization on the health status, nutrition and growth of Norway spruce forests with yellowing symptoms. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2019a, 34.4: 267-281.
- VACEK, Z. ed. Domácí vs. introdukované jehličnaté dřeviny: produkce a biodiverzita porostů na rekultivovaných plochách po těžbě uhlí. *Sborník příspěvků, Doksy*, 2018, 9 s.
- VACEK, Z. ed. Lesní ekosystémy a jejich management. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, 2020a, 200 s.
- VACEK, Z., CUKOR, J., LINDA, R., VACEK, S., ŠIMŮNEK, V. Bark stripping, the crucial factor affecting stem rot development and timber production of Norway spruce forests in Central Europe. *Forest Ecology and Management*, 2020b, 474: 118360.
- VACEK, Z., VACEK S., BÍLEK, L., KRÁL, J., REMEŠ, J., BULUŠEK, D., ed. Ungulate impact on natural regeneration in spruce-beech-fir stands in Černý důl Nature Reserve in the Orlické Hory Mountains, case study from Central Sudetes. *Forests*, 2014, 5.11: 2929-2946.
- VACEK, Z., VACEK, S., BÍLEK, L., REMEŠ, J., ŠTEFANČÍK, I. Changes in horizontal structure of natural beech forests on an altitudinal gradient in the Sudetes. *Dendrobiology*, 2015, 73: 33-45.
- VACEK, Z., VACEK, S., SLANAR, J., BÍLEK, L. Adaption of Norway spruce and European beech forests under climate change: from resistance to close-to-nature silviculture. *Central European Forestry Journal*, 2019b, 65.2: 129-144.
- VACH, M. ed. *Myslivost 1. díl – Základy myslivosti*. Silvestris, 2015.

- VENCOVÁ, B. Ochrana savců v České republice se zaměřením na velké šelmy. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2019, 95 s.
- VRŠKA, T., HORT, L., ODEHNALOVÁ, P., HORAL, D., ADAM, D. The Boubín virgin forest after 24 years (1972-1996) – development of tree layer. *Journal of Forest Science*, 2001, 47: 439-460.
- VYHLÁŠKA Č. 139/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Vyhláška, kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa.
- ZAHRADNÍKOVÁ, M., ZAHRADNÍK, P. Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu lesa. Integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. Lesnická práce, s.r.o., 2019 ISBN 978-80-7458-112-0
- ZÁKON O LESÍCH Č. 289/1995 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

8.2 Internetové zdroje

- ALSOL. Arcibiskupské lesy a statky Olomouc s. r. o., polesí Domašov [online] Citováno 3. prosince 2020. Dostupné z <https://alsol.cz/polesi-domasov>
- AOPK. Rozborová část plánu péče o CHKO Jeseníky [online] Citováno 3. prosince 2020. Dostupné z: <https://jeseniky.ochranaprirody.cz/res/archive/263/032833.pdf?seek=1452769824>
- BOTANY. Smrk ztepilý [online] Citováno 2. prosince 2020. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/picea-abies/>
- ČGS. Česká geologická služba. [online] citováno 20. února 2021. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/>
- DIVÍŠEK, Jan; CULEK, Martin; JIROUŠEK, Martin. Vegetační stupně střední Evropy. Biogeografie: Multimediální výuková příručka [online]. Masarykova univerzita, 2010.
- IUCN. IUCN SSC Norway spruce [online] Citováno 2. prosince 2020. Dostupné z: <https://www.iucnredlist.org/species/42318/71233492>
- LHC BĚLÁ. Lesní hospodářství obecních lesů Bělá pod Pradědem [online] Citováno 3. prosince 2020. Dostupné z: <http://www.bela.cz/lesni-hospodarstvi/ds-1045>

MAPY.CZ [online] Citováno 13. března 2021. Dostupné z: <https://mapy.cz/>

MZE. [online] Citováno 13. března 2021. Dostupné z:

http://eagri.cz/public/web/file/646893/Priloha_c_1_RSH_CHS.pdf

ÚHÚL. [online] Citováno 2. prosince 2020. Dostupné z <http://www.uhul.cz/nase-cinnost/87-lesnicka-typologie/934-lesni-vegetacni-stupne-podrobneji>

ÚHÚL. [online] Citováno 3. března 2021. Dostupné z:

<http://geoportal.uhul.cz/mapy/mapylhpovyst.html>