

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Škody spárkatou zvěří na přirozené obnově v bukových
porostech v CHKO Broumovsko**

Bakalářská práce

Autor: Jakub Binar

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

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jakub Binar

Lesnictví
Provoz a řízení myslivosti

Název práce

Škody spárkatou zvěří na přirozené obnově v bukových porostech v CHKO Broumovsko

Název anglicky

Damage caused by hoofed game to natural regeneration in beech forest stands in the PLA Broumovsko

Cíle práce

Získat poznatky o stavu přirozené obnovy v bukových porostech v CHKO Broumovsko s akcentem na škody okusem spárkatou zvěří.

Metodika

- Rozbor problematiky škod způsobených zvěří na lesních porostech a přirozené obnovy bukových porostů, a to zejména na stanovištích acidofilních horských bučin v Evropě se zaměřením na porosty v CHKO Broumovsko.
- Charakteristika zájmové oblasti CHKO Broumovsko a zejména pak stanovištních a porostních poměrů vybraných lokalit.
- Charakteristika vybraných výzkumných ploch v bukových porostech v CHKO Broumovsko.
- Standardní biometrická měření jedinců přirozené obnovy a hodnocení škod zvěří na jednotlivých transektech s akcentem na okrajový efekt porostu.
- Aplikace standardních biometrických a matematicko-statistických metod.
- Vyhodnocení přirozené obnovy a škod zvěří na jednotlivých TVP v bukových porostech v CHKO Broumovsko.
- Využití získaných poznatků o spontánní přirozené obnově v bukových porostech v CHKO Broumovsko pro tvorbu přírodě blízkého managementu pěstebního a mysliveckého managementu v obdobných stanovištních a porostních poměrech, a to zejména pro řízenou přirozenou obnovu.

Doporučený rozsah práce

Minimálně 30 stran textu.

Klíčová slova

přirozená obnova, biodiverzita porostů, škody zvěří, bukové porosty, acidofilní horské bučiny, Sudetské Mezihoří

Doporučené zdroje informací

- 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.
- VACEK, S., MOUCHA, P. et al. (2012): Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR. Praha, Ministerstvo životního prostředí, 896 s.
- VACEK, S., SIMON, J., REMEŠ, J. et al. (2007): Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 447 s.
- VACEK, S., VACEK, Z., PODRÁZSKÝ, V., BÍLEK, L., BULUŠEK, D., ŠTEFANČÍK, I., REMEŠ, J., ŠTICHA, V., AMBORŽ R. (2014): Structural Diversity of Autochthonous Beech Forests in Broumovské Stěny National Nature Reserve, Czech Republic. *Austrian Journal of Forest Science*, 131: 4: 191–214.
- VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARZ, O. et al. (2009): Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. *Folia forestalia Bohemica*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., č. 11, 288 s.
- VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARZ, O. et al. (2010): Struktura a vývoj lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 567 s.
- VACEK, Z., VACEK, S., 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. *Forests*, 5: 2929–2946.
- VACEK, Z., VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V., BÍLEK, L., ŠTEFANČÍK, I., MOSER W.K., BULUŠEK, D., KRÁL, J., REMEŠ, J., KRÁLÍČEK I. (2015): Effect of tree layer and microsite on the variability of natural regeneration in autochthonous beech forests. *Polish Journal of Ecology*, 63: 2: 233–246.
- VACEK, Z. (2017): Structure and dynamics of spruce-beech-fir forests in Nature Reserves of the Orlické hory Mts. in relation to ungulate game. *Central European Forestry Journal*, 63: 1: 23–34.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Konzultant

Ing. Robin Ambrož, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 5. 6. 2019

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí kate dry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Dě ka n

V Praze dne 03. 03. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Škody spárkatou zvěří na přirozené obnově v bukových porostech v CHKO Broumovsko " jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30.3.2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu práce panu Ing. Zdeňku Vackovi Ph.D. za cenné rady, pomoc a trpělivost při vedení práce.

Další poděkování patří přátelům a mojí rodině, která mě umožnila ty nejlepší podmínky po celou dobu studia a ve všem mě vždy podporovala.

Abstrakt

Přirozená obnova ulehčuje lesníkům práci a utváří dokonalé podmínky pro tvorbu nových stabilních lesních porostů. Na druhou stranu přirozená obnova je vystavěna velkému tlaku zvěře, což má za následek buď velké ztráty jedinců, popřípadě velmi znatelné znehodnocení pěstební kvality obnovy a snížení druhové diverzity. Cílem této práce byla analýza struktury přirozené obnovy na bukových porostech v rámci CHKO Broumovsko s akcentem na škody zvěří a okrajový efekt. Výzkum proběhl na šesti trvale výzkumných plochách (TVP) o velikosti 3×60 m (180 m²). V rámci těchto jednotlivých TVP byla provedena standartní biometrická měření jednotlivých jedinců přirozené obnovy a hodnocení škod způsobené zvěří na transektech (3×3 m) s důrazem na vzdálenost od okraje porostu sousedícího se zemědělskou půdou. Z výsledku vyplývá, že počty přirozené obnovy jsou z hlediska dostatečné a pohybovali se v rozmezí od 15 778 do 45 500 ks/ha. Na všech plochách v druhovém zastoupení převládá buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) nad ostatními dřevinami (89 %). Z hlediska okrajového efektu, porostní okraj signifikantně ovlivňoval početnost přirozené obnovy a podíl poškozených jedinců zvěří, kdy oba tyto parametry výrazně klesali směrem od okraje do nitra porostu. Hustota obnovy dosahovala na okraji porostu až 3,3× vyšších počtů při porovnání s nitrem porostu. Na druhou stranu jedinci na okraji porostu dosahovali až o 41 % vyššího podílu poškození okusem. Nejvíce poškozenou dřevinou okusem byla jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.; 67 %). Naopak nejméně okusem byl limitován modřín opadavý (*Larix decidua* Mill.; 7 %) a smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst; 11 %). Závěrem práce je využití poznatků v rámci přirozené obnovy bukových porostů v rámci CHKO Broumovsko pro tvorbu přírodě blízkého pěstebního managementu, tak ale také pro myslivecká doporučení v obdobných porostních poměrech. Jedná se zejména o optimalizované využití přezimovacích obůrek, vytvoření funkční evidence zvěře, rozumný a cílený odlov spárkaté zvěře a zlepšení podmínek potravní nabídky pro zvěř, která vytváří ve svém počtu výrazný tlak na lesní porosty v okolí Broumova.

Klíčová slova: přirozená obnova, biodiverzita porostů, škody zvěří, bukové porosty, acidofilní horské bučiny, Sudetské Mezihoří

Abstract

Natural regeneration facilitates the work of foresters and creates suitable conditions for the creation of new stable forest stands. On the other hand, natural regeneration is exposed to significant pressure of game damage, which results in either large losses of individuals, or a very noticeable deterioration of the silviculture quality of regeneration and a reduction in species diversity. The objective of this work was to analyse the structure of natural regeneration in beech stands in the Broumovsko Protected Landscape Area with an emphasis on game damage and the edge effect. The research was carried out on six permanent research plots (PRP) with a size of 3×60 m (180 m²). Within these individual PRPs, standard biometric measurements of individuals of natural regeneration and evaluation of browsing damage on transects (3×3 m) were performed in relation to edge of stands neighbouring to agricultural land. The result shows that the numbers of natural regeneration were sufficient and ranged from 15,778 to 45,500 pcs ha⁻¹. In all PRPs, European beech (*Fagus sylvatica* L.) predominated (89%) over other tree species in the composition. In terms of the edge effect, the stand edge significantly affected the number of natural regeneration and the proportion of damaged individuals by game, when both of these parameters decreased significantly from the edge to the inside of the stands. The regeneration density reached up to 3.3 times higher numbers at the edge of the stand compared to the inside of the stand. On the other hand, individuals on the edge of the stand achieved up to 41% higher proportions of browsing damage. The most damaged tree species was silver fir (*Abies alba* Mill.; 67%). On the contrary, European larch (*Larix decidua* Mill.; 7%) and Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst; 11%] were limited at least by browsing. The conclusion of the work is the use of knowledge of the natural regeneration of beech stands within the Broumovsko Protected Landscape Area for the creation of close-to-nature silviculture management, but also for hunting recommendations in similar stand and site conditions. These include the optimized use of over winter fenced, the creation of functional game records, reasonable and targeted reduction of ungulates and the improvement of the conditions of the food supply for game, which creates significant pressure on forest stands in the vicinity of the Broumov region.

Keywords: natural regeneration, stand biodiversity, game damage, beech stands, acidophilic mountain beech forests, Sudetské Mezihoří

Obsah

1 Úvod.....	14
2 Cíle práce	16
3 Rozbor problematiky	17
3.1 Vývoj přírodních lesů.....	17
3.1.1 Vývojové cykly lesa.....	17
3.1.2 Velký vývojový cyklus lesa.....	18
3.1.3 Malý vývojový cyklus lesa	20
3.2 Struktura lesních porostů.....	21
3.2.1 Druhová skladba	22
3.2.2 Věková skladba.....	23
3.2.3 Prostorová skladba	24
3.3 Obnova lesa.....	24
3.3.1 Přírozená obnova lesa	24
3.3.2 Předpoklady pro přírozenou obnovu.....	24
3.3.3 Specifikace přírozené obnovy lesa	25
3.3.4 Druhy přírozené obnovy lesa.....	25
3.3.5 Výhody přírozené obnovy	26
3.3.6 Nevýhody přírozené obnovy.....	26
3.3.7 Umělá obnova	27
3.3.8 Výhody umělé obnovy.....	27
3.3.9 Nevýhody umělé obnovy	28
3.3.10 Kombinovaná přírozená obnova.....	28
3.4 Charakteristika významných dřevin na výzkumných plochách.....	28
3.4.1 Buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i> L.).....	28
3.4.1.1 Popis	28
3.4.1.2 Ekologie a rozšíření.....	29
3.4.1.3 Význam.....	30
3.4.2 Jedle bělokorá (<i>Abies alba</i> , Mill.).....	30
3.4.3 Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i> L.)	31
3.4.4 Javor klen (<i>Acer pseudoplatanus</i> L.)	32
3.4.5 Javor mleč (<i>Acer platanoides</i> L.).....	33
3.4.6 Modřín opadavý (<i>Larix decidua</i> Mill.).....	33
4 Materiál a metodika	34
4.1 Charakteristika zájmového území	34
4.1.1 Přírodní lesní oblast 24 - Sudetské mezihoří	34

4.1.2	Zájmové území CHKO Broumovsko	35
4.1.3	Stanovištní poměry	36
4.1.4	Historické souvislosti lesního hospodaření.....	36
4.1.5	Současné hospodaření.....	37
4.1.6	Lesní vegetační stupně (LVS) v rámci výzkumných ploch.....	37
4.1.6.1	4. LVS.....	37
4.1.6.2	5. LVS.....	37
4.1.7	Výzkumné plochy na CHKO Broumovsko	38
4.1.7.1	TVP 1 - Skalka	38
4.1.7.2	TVP 2 - Hlavňov	40
4.1.7.3	TVP 3 - Hony	41
4.1.7.4	TVP 4 - Bělý.....	43
4.1.7.5	TVP 5 - Hvězda	44
4.1.7.6	TVP 6 - Stárkov.....	46
4.2	Sběr dat.....	47
4.3	Analýza dat.....	50
5	Výsledky	51
5.1	Druhové složení a hustota přirozené obnovy	51
5.2	Výšková struktura přirozené obnovy	53
5.3	Škody zvěří.....	59
5.4	Vliv okrajového efektu.....	61
5.5	Interakce mezi stromovým patrem, přirozenou obnovou a stanovištěm.....	64
6	Diskuze	65
7	Závěr.....	67
8	Seznam použitých zdrojů	68
8.1	Odborné zdroje.....	68
8.2	Internetové zdroje.....	76

Seznam obrázků

Obrázek 1: Kontinuita různých fází vývojových cyklů lesa, Zdroj: (Vacek et al., 2007)

Obrázek 2: Mapa CHKO Broumovsko s jednotlivými zonacemi, Zdroj:

<http://broumovsko.ochranaprirody.cz/>.

Obrázek 3: Lokalizace trvale výzkumných ploch 1-6 na Broumovsku. Zdroj: <https://mapy.cz>

Obrázek 4: Umístění TVP 1, vytvořeno v programu GIS (autor práce).

Obrázek 5: Umístění TVP 2, vytvořeno v programu GIS (autor práce).

Obrázek 6: Umístění TVP 3, vytvořeno v programu GIS (autor práce)

Obrázek 7: Umístění TVP 4, vytvořeno v programu GIS. (autor práce)

Obrázek 8: Umístění TVP 5, vytvořeno v programu GIS (autor práce).

Obrázek 9: Umístění TVP 6, vytvořeno v programu GIS (autor práce).

Obrázek 10: Jedinec poškozený okusem bočním. (foto: autor práce)

Obrázek 11: Jedinec poškozený jak terminálním okusem, tak bočním okusem. (foto: autor práce)

Obrázek 12: Okraj porostu se zemědělskou půdou. (foto: autor práce)

Obrázek 13: Pohled do vnitra porostu. (foto: autor práce)

Obrázek 14: Druhové zastoupení na TVP 1. (autor práce)

Obrázek 15: Druhové zastoupení na TVP 2. (autor práce)

Obrázek 16: Druhové zastoupení na TVP 3. (autor práce)

Obrázek 17: Druhové zastoupení na TVP 4. (autor práce)

Obrázek 18: Druhové zastoupení na TVP 5. (autor práce)

Obrázek 19: Druhové zastoupení na TVP 6. (autor práce)

Obrázek 20: Výšková struktura jedinců na TVP 1. (autor práce)

Obrázek 21: Výšková struktura jedinců na TVP 2. (autor práce)

Obrázek 22: Výšková struktura jedinců na TVP 3. (autor práce)

Obrázek 23: Výšková struktura jedinců na TVP 4. (autor práce)

Obrázek 24: Výšková struktura jedinců na TVP 5. (autor práce)

Obrázek 25: Výšková struktura jedinců na TVP 6. (autor práce)

Obrázek 26: Procentuální poškození obnovy rozděleno podle dřevin na všech TVP. (autor práce)

Obrázek 27: Stav okusu na všech TVP. (autor práce)

Obrázek 28: Typ okusu na všech TVP. (autor práce)

Obrázek 29: Počet přirozené obnovy na všech TVP na jednotlivých transektech; chybové úsečky znázorňují interval spolehlivosti 0,95. (autor práce)

Obrázek 30: Poškození přirozené obnovy na všech TVP na jednotlivých transektech; chybové úsečky znázorňují interval spolehlivosti 0,95 (autor práce)

Obrázek 31: Výška přirozené obnovy na všech TVP na jednotlivých transektech; chybové úsečky znázorňují interval spolehlivosti 0,95. (autor práce)

Obrázek 32: Pěstební kvalita přirozené obnovy na všech TVP na jednotlivých transektech; chybové úsečky znázorňují interval spolehlivosti 0,95. (autor práce)

Obrázek 33: Ordinační diagram zobrazující výsledky PCA závislosti mezi porostními charakteristikami (*Výška, Tloušťka, Zásoba, Věk, Zakmenění*), parametry přirozené obnovy (*Výška, Počet, Kvalita, Poškození zvěří*), stanovištními charakteristikami (*Nadmořský výška, Sklon*) a soubory lesních typů (*4A, AC, 5B, 5K*) v roce 2019; symboly označují jednotlivé plochy a soubory lesních typů. (autor práce)

Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní stanovištní a porostní údaje na lokalitě Skalka TVP 1. (autor práce)

Tabulka 2: Základní stanovištní a porostní údaje na lokalitě Hlavňov - TVP 2. (autor práce)

Tabulka 3: Základní stanovištní a porostní údaje na lokalitě Hony - TVP 3. (autor práce)

Tabulka 4: Základní stanovištní a porostní údaje na lokalitě Bělý - TVP 4. (autor práce)

Tabulka 5: Základní stanovištní a porostní údaje na lokalitě Hvězda - TVP 5. (autor práce)

Tabulka 6: Základní stanovištní a porostní údaje na lokalitě Stárkov - TVP 6. (autor práce)

Tabulka 7: Tabulka hodnocení pěstební kvality jedinců přirozené obnovy. (autor práce)

Seznam použitých zkratk

BK – Buk lesní

BR – Bříza bělokorá

ČR – Česká republika

HS – Hospodářský soubor

CHKO – Chráněná krajinná oblast

JD – Jedle bělokorá

KL – Javor klen

KÚ – Katastrální území

LVS – Lesní vegetační stupeň

MD – Modřín opadavý

SM – Smrk ztepilý

TVP – Trvale výzkumná plocha

1 Úvod

Lesní ekosystém je charakteristický velkým množstvím různých prvků, které do něj vstupují. Jedná se o zelené rostlinné druhy mechového patra, byliny, keřovou vegetaci či dřeviny, na druhé straně pak do lesního ekosystému vstupuje celá řada živočichů a houbových organismů, rovněž pak i složky neživé (Caspersen & Pacala, 2001). Stabilní ekosystém se v tomto kontextu vyznačuje kontinuální primární produkcí a současně vykazuje vitalitu všech jeho živých složek. S ohledem na problematiku ochrany lesa je však v rámci hospodářských činností třeba zaměřit se právě na lesní zvěř, která lesní ekosystém ovlivňuje ve skutečně velkém měřítku. Cílem každého lesního a mysliveckého hospodáře by mělo být udržení rovnovážného vztahu mezi lesní zvěří a lesními rostlinami. Takový stav pak můžeme definovat jako ekologicko-hospodářský kompromis. Během vývoje lesnictví a myslivosti v České republice lesy měnily jak svou druhovou skladbu, tak i stavy početnosti zvěře. V dnešní době je však dle zásad přírodě blízkého hospodaření v lesích patrný trend udržování stavů zvěře v udržitelné míře (Vacek et al., 2017).

Dle Sanigý & Schütze (2002) jsou základem pro přírodě blízké hospodaření právě normované stavy zvěře v honitbách. Přírodě blízké hospodaření pak chápeme jako způsob managementu lesních porostů opřený o ekologické poznatky o vývoji a struktuře lesů, které zde v tomto kontextu v co největší míře napodobujeme. Pro systematický management lesních ekosystémů je zásadní pravidelné hodnocení jejich diverzity, a to jak druhové, tak i strukturální. Výsledkem takto zjištěných informací o lesním prostředí daného území jsou pak návrhy metod hospodaření v nich tak, aby daný lesní porost dostatečně plnil všechny své deklarované funkce (Šišák, 2011).

Samotný vznik lesního porostu je v podmínkách přirozené obnovy velmi složitý proces, který ovlivňuje celá řada proměnných. K plynulosti přirozené obnovy pak přispívají především příznivé stanovištní poměry (Jarčuška, 2009; Barna, 2011). V mnohých případech však při iniciaci a odrůstání přirozené obnovy hraje zásadní roli také vliv lesní zvěře (Rooney & Waller 2003). Pastva zvěře je velmi často právě limitním faktorem úspěšného růstu jedinců přirozené obnovy, jedná se tak zejména o škody způsobené zvěří spárkatou. Jmenovitě je to pak její okus, ohryz a loupání, co tolik negativně ovlivňuje zdravotní stav jedinců obnovy (Swihart & Conover, 2021).

Zmíněné škody samozřejmě snižují přírůst rostlin, ale často jsou také příčinou jejich celkové mortality (Takatsuki, 2003).

Ačkoli se v některých případech škody zvěří mohou zdát jako problém pouze lesopěstebního managementu, skutečnost je jiná. Přemnožená zvěř velmi často rovněž ve větší míře podléhá negativním účinkům genetických predispozic, a to ve formě vyšší náchylnosti k nemocem či tělesným degradacím. S ohledem na nesystematické myslivecké hospodaření, v některých lokalitách dochází také k nevhodnému odstřelu, typicky např. vodících bachyní či slabé redukci holé spárkaté zvěře (Brown et al., 2000).

Cislerová (2001) problematiku škod zvěří popisuje jako velmi dlouhý příběh, který trvá již od poloviny 19. století, dosud se však nepodařilo metodicky ustálit způsoby mysliveckého managementu a pěstebních operací právě v jeden fungující kompromis. Také tento fakt pak vedl k realizaci této studie.

2 Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce bylo získání poznatků o přirozené obnově v bukových porostech na území CHKO Broumovsko, provedení analýz škod způsobených spárkatou zvěří s důrazem na okus a okrajový efekt porostu sousedícího se zemědělskou půdou.

Dílním cílem této studie pak byl podrobný rešeršní rozbor problematiky škod zvěří a jejich vlivu na stav lesa, struktury lesních porostů, procesu vzniku přírodních lesů a jejich vývojové cykly. V rozboru problematiky dále mělo být cíleno na výhody a nevýhody přirozené obnovy lesa a problematiky spjaté s ní a v neposlední řadě zaměřeno na stanoviště, která spadají do 4. bukového LVS a popsání hlavních dřevin vyskytujících se v zájmovém území z hlediska využití a ekologie.

Dalším cílem byl podrobný popis zájmového území CHKO Broumovsko s akcentem na geografické, klimatické a porostní charakteristiky. Dále v části materiál a metodika mělo být zaměřeno na popis základních stanovištních a porostních poměrů jednotlivých zájmových ploch, na kterých byl prováděn detailní výzkum přirozené obnovy.

Hlavním cílem práce bylo změření početnosti a výšky jednotlivých jedinců obnovy, popsání druhového spektra, zhodnocení pěstební kvality a určení vlivu škod zvěří, rovněž také vlivu okrajového efektu v šesti porostech s dominancí buku lesního na trvale výzkumných plochách o velikosti 3×60 m. Následným cílem bylo zpracování dat, aplikování standartních matematicko-statistické metod a zejména podrobné zhodnocení 1) početnosti a druhové skladby přirozené obnovy, 2) výškové struktury přirozené obnovy, 3) škod zvěří, 4) vlivu porostního okraje a 5) interakcí mezi stromovým patrem, přirozenou obnovou, stanovištěm a škodami zvěří.

Posledním cílem práce bylo porovnávání výsledků s lesními porosty z různých částí České republiky, jež vykazují obdobné stanovištní podmínky a na základě získaných informací navržení doporučení respektující zásady přírodě blízkého managementu ve zdejších lesích.

3 Rozbor problematiky

3.1 Vývoj přírodních lesů

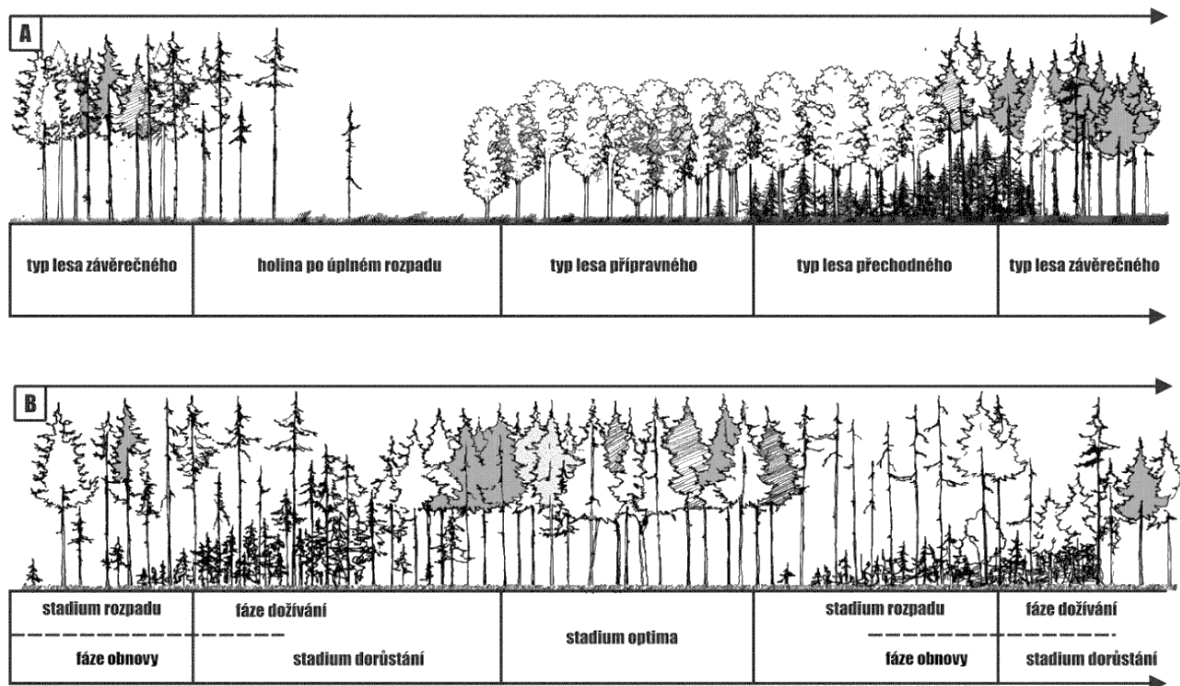
Znalost vývoje přírodních lesů je pro přírodě blízké hospodaření zásadním prvkem. Právě díky zvyšujícímu se množství těchto informací, je využívání trvale udržitelných principů hospodaření v lesích stále častější. Toto hospodaření může zaručit všechny žádoucí faktory pro pestrost jak biologickou, tak ekologickou (Vacek et al., 2004). Cílem lesního hospodářství je vytvoření a udržení stabilního lesního porostu. Bez takového hospodaření nelze využívat produkční a mimoprodukční funkce lesa (Poleno et al., 2007).

Vývoj v přírodních lesích probíhá zejména v uzavřených cyklech. Celý cyklus se odráží od rovnováhy mezi různými živými organismy: houby, vyšší rostliny a mikroorganismy a dalšími živočichy. Pokud tato rovnováha existuje, mohou lesy fungovat a prosperovat i ve velmi náročných podmínkách (Podrázský, 2014).

Přírodní les nemá podobu jednotného výběrného lesa, který vykazuje neměnné zastoupení mezi věkovými stupni. Co však definuje přírodní les, je charakter výběrného porostu, který se dynamicky vyvíjí (Poleno et al., 2007).

3.1.1 Vývojové cykly lesa

V rámci vývoje přirozených lesů je možné rozlišit dva základní vývojové cykly, a to malý a velký vývojový cyklus lesa. Tyto dva modely popisují jako nejpravděpodobnější principy obnovy lesa, a to bez jakéhokoliv zásahu člověka. U průběh malého vývojového cyklu je hovořeno ve smyslu přirozené obnovy lesa o velikosti arů. Trvání tohoto procesu vychází v horizontu staletí. V rámci velkého vývojového cyklu se jedná o rozsáhlou sekundární ekologickou sukcesí, která nastala po určité velkoplošné disturbanci a probíhá na ploše o velikosti několika hektarů. Trvání tohoto procesu přeměny, je pak stanoveno dokonce až několika desítkami let (Podrázský, 2004; Poleno et al., 2007).



Obrázek 1: Kontinuita různých fází vývojových cyklů lesa, Zdroj: (Vacek et al., 2007)

3.1.2 Velký vývojový cyklus lesa

Některé prameny (O'Hara, 1996) uvádí, že dnes je utvořeno mnoho klasifikací, které posuzují skladbu a strukturu porostu, fáze růstu, popřípadě vlastnosti fyziologické.

Velký vývojový cyklus je spojen s katastrofickým rozpadem lesa. To je v našich podmínkách například zapříčiněno velkými větrnými disturbancemi, požáry, případně přemnožením některých biotických činitelů. Určité lesní porosty jsou pak vysloveně predisponovány k vysoké frekvenci těchto událostí, kdy dokonce některé z nich jsou na tuto skutečnost připraveni a obnova na těchto místech plní svou funkci nepřetržitě. Těmi jsou například tajgové ekosystémy v Severní Americe (Podrázský, 2004; Poleno et al., 2007).

Pokud dojde k velkoplošnému rozpadu lesního porostu, les v tu chvíli na nějaký čas ztrácí podobu a charakter lesa. Na volné ploše vznikají tepelné rozdíly, kdy dochází ke zvýšení mineralizace půdy, dočasně také k větší nabídce živin. To má za následek postupné zarůstání buření. Přibývá často také půdní vláhla, popřípadě nebezpečí záplav. Bylinné a keřové patro na tyto změny reaguje velmi rychle, jakožto i některé dřeviny, které jsou uzpůsobeny na tyto disturbance. Tyto dřeviny využívají nepřítomnosti konkurenčních a silnějších zástupců ostatních druhů a rovněž využijí volný prostor, takzvanou niku. Po tomto procesu probíhá

sekundární sukcese, která vede k obnově lesního ekosystému. Délka tohoto děje je podmíněna prostředím a rychlostí jednotlivých obnovních fází, které vedou až k závěrečnému klimaxovému společenstvu. V rámci těchto fází se rozlišují tři základní fáze, popřípadě typy lesa:

1. Stadium přípravného lesa (PŘÍPRAVNÝ LES),
2. Stadium přechodného lesa (PŘECHODNÝ LES),
3. Stadium vrcholného – závěrečného lesa (KLIMAX).

První stadium lesa je velmi často spojováno s náletem tzv. pionýrských dřevin. Právě pionýrské dřeviny jsou velmi odolné vůči extrémům prostředí a jsou méně náročné na půdní podmínky. V České republice se v tomto kontextu nejčastěji objevují např. topoly, borovice a břízy. Na vlhčích stanovištích se jedná také o olše. Všechny tyto dřeviny se vyznačují rychlým růstem v mládí a poměrně bohatou úrodou semen. Na druhé straně se tyto listnáče projevují řídkým zápojem a kořenovým systémem. Tato skutečnost se v závěrečných stádiích lesa vylučuje pouze na stanoviště s extrémními charakteristikami (Poleno et al., 2007; Podrázský, 2014).

Jako nevýhodu těchto pionýrských dřevin je možno označit krátkověkost a světelnou náročnost. Proto pionýrské dřeviny v konečné fázi, nejsou konkurenceschopné ostatním dřevinám. Po náletu konkurenčních světlomilných dřevin jsou pionýrské vytlačeny (Pickett & White, 2013).

I přes nedostatečné využití prostoru ovlivňují tyto dřeviny prostředí tak výrazně, že prostředí znovu dostává charakter lesa. V tu chvíli nastává prostor pro obnovu náročnějších druhů dřevin, a to většinou druhů, které vyžadují polostinné až stinné podmínky. Jedná se o dřeviny jako buk lesní (*Fagus sylvatica*), jedle bělokorá (*Abies alba*), smrk ztepilý (*Picea abies*) a jiné. Těmto dřevinám nevyhovuje holá plocha, na které by mohly být vystaveny přímému kontaktu jak se sluncem, nebo mikroklimatickými výkyvy. Na druhou stranu jim vyhovuje, být po většinu času v zástínu konkurenčních jedinců. Růst v mladém věku je oproti pionýrským listnáčům pomalý. Vyšší přírůst si zachovávají v pozdějším věku, kdy intenzivně dorůstávají. Většinou se jedná o dlouholeté organismy, které jsou charakteru C(K)-strategů. Postupným dorůstáním tedy vzniká pod lesem přípravným les tvaru přechodného, jenž je z pravidla dvou etážový (Podrázský, 2004; Poleno et al., 2007).

V tu dobu dorůstají klimaxové dřeviny a postupně předrůstají výše zmíněné přípravné dřeviny, které jsou poté všechny postupně potlačeny. Na to navazuje také změna lesního prostředí, ta se podobá kontinentálnímu oceánickému. Přirozená obnova přípravných dřevin

však v tomto kontextu slábne nebo je s výjimkou několika typů stanovišť úplně vytlačena. Na druhou stranu, obnova klimaxových dřevin se realizuje na největší možné ploše a v největší možné intenzitě (Poleno et al., 2007).

Les klimaxový bývá nejproduktivnější vývojovou fází přírodních lesů. Jeho charakteristická složka je maximální hromadění biomasy. Jedná se o nejstabilnější druh ekosystému. Poznání tohoto druhu ekosystému má velký význam pro lesní hospodářství, respektive pro přírodě blízké hospodaření (Podrázský, 2014).

3.1.3 Malý vývojový cyklus lesa

Klimaxový les není útvarem nehybným nebo neproměnným. Vrcholný les prodělává svůj cyklický vývoj v rámci malého vývojového cyklu, který obnovuje strukturu lesa. Studie, jež měly doložit vývoj přírodních lesů prokázaly, že obnovu lze rozdělit do třech vývojových stádií lesa (Poleno et al., 2007). Vývojovými stádii lesa jsou krátké časové úseky s význačnou dynamikou, jenž se označují jako fáze. Každá fáze (stadium) má vlastní strukturu která je pro něj charakteristická. A tato struktura poté odpovídá jednotlivému vývojovému stupni (Ellenberg & Leuschner, 1996; Jaworski, 1997).

Některá jsou k spatření ve všech typech lesů. Mezi tyto vývojová stadia patří stárnutí, dozívání a obnova, kdy ostatní byli registrovány pouze ve specifických případech. Těmi je například fáze výběrné struktury, fáze vyrovnaného mladého lesa. Malý vývojový cyklus má také své tři specifické fáze: (Poleno et al., 2007)

1. Stadium optima
2. Stadium rozpadu
3. Stadium dorůstání

V dřívějších dobách byla specifika jednotlivých stádií pouze vizuálně znázorněna. Avšak Podlaski (2004) určil fáze pro jednotlivá stadia. Děleny jsou tedy na fáze obnovy, selekce, jednovrstvé a vícevrstvé struktury, která je spojena s autoredukci, na kterou se váže fáze poklesu. Díky tomu se začaly používat metody, jenž vyhodnocují jednotlivé části těchto cyklů (Šamonil & Vrška, 2007).

Výchozí pozicí malého vývojového cyklu lesa je stadium optima. Jednotlivé dřeviny a jedinci se vyznačují delší životností, než je jejich aktivní doba přírůstu, a to hlavně v plném zápoji. Dochází tedy k výškově vyrovnanému porostu, který má tloušťkově větší spektrum a s tím i věkovou rozdílnost jednotlivých jedinců. Hlavním charakterem tohoto stadia je malý

počet stromů velkých dimenzí v rámci plošné jednotky lesa. Převládají tedy stromy nejvyšších tloušťkových tříd. Upadá vrstevnatá výstavba a tvoří se tak horizontální zápoj a halová výstavba. Ta bývá velmi podobná stejnověkému hospodářskému lesu též s horizontálním zápojem. Ke konci stádia se porost dostává do stádia stárnutí. Začnou odumírat starší stromy a přichází na řadu přirozená obnova (Poleno et al., 2007).

Část porostu nastupuje do stádia rozpadu. To je pro jednotlivé jedince stádiem posledním. Klesá tedy zásoba a počet starších jedinců v lese. Zároveň se zvyšuje procento mladších jedinců, kteří se zmlazují. Pro ně je toto stadium definováno jako fáze obnovy. Rozmístění původních jedinců na ploše je nepravidelné, to platí i pro skupiny zmlazujících se pod původním porostem. Zásoba však není nahrazena v plné míře přírůstem mladých stromů, proto v některých případech výrazněji nebo zdánlivě klesá.

Převaha původního porostu ustupuje, procento porostu nového se zvyšuje. To se díky tomu dostává do stadia dorůstání. V tu chvíli se zásoba ve střední a spodní vrstvě velmi razantně navyšuje. Zápoj je zde vertikální stupňovitý. Během tohoto stadia je možno sledovat největší tloušťkovou a výškovou rozdílnost jednotlivých stromů. Co se týče starších jedinců nebo pro zbytek minulé generace se jedná o fázi dožívání. Je třeba zdůraznit, že jednotlivá stadia a fáze se vzájemně překrývají (Vacek et al., 2007).

3.2 Struktura lesních porostů

Jak uvádí Poleno et al. (2007), pokud se provádí analýza v lesních porostech, není pravidlem, že ve stejnověkém lese bude populace jedinců stejná – rovnocenná. Jednotlivý jedinci se liší svým objemem, rychlostí růstu, tvarem nebo například olistěním. Dalším možným rozdílem jsou fáze růstu dřevin. Někteří jedinci dochází ke svému zdárnému konci života, přitom další z nich prochází kvetením nebo dorůstáním. Rozdíly mezi jednotlivými jedinci tvoří skladbu (strukturu). Zjistit skladbu se dá dvěma způsoby.

Prvním způsobem je jednorázové zjištění spojené s určitým časovým bodem – kdy se stanovuje takzvaná statická struktura. To se týká zástupců dlouhověkových dřevin, popřípadě rostlin. Druhým způsobem je stanovení dynamické struktury – během celoživotního cyklu jedinců (Vacek et al., 2010).

Statická struktura populace se zjišťuje pomocí frekvencí v kategoriích. Kategorie jsou voleny podle vlastností, které jsou pro jedince důležité. Všechny tyto kategorie jsou popsány jako třídy. Základní kritérium pro stanovení struktury je věk jednotlivých stromů takzvaná

věková struktura. Pro zjištění věkové struktury je třeba rozdělit jednotlivé stromy do tříd, které jsou rozděleny dle věku. Jedinci jsou rozděleni graficky v jednotlivých třídách a vzniká tedy struktura věková.

Na stejném principu funguje zjišťování dalších dvou struktur porostu. Jako například ontogenickou strukturu, při které jsou posuzovány stromy podle vývojových fází. Druhý princip funguje na stanovení velikosti jednotlivých stromů, tudíž je stanovena struktura prostorová (Poleno et al., 2007).

Dalším typem analýzy je dynamická struktura. Při té je sledován celoživotní cyklus stromu od semenáčku až po konečné odumření jedince, popřípadě porostu. Vývoj lesa lze charakterizovat strukturálními změnami v průběhu času v souvislosti s odezvou na antropogenní vlivy a přírodní disturbance (Pretzsch, 2009).

Skladba porostu je charakterizována vnějšími a vnitřními znaky a ty ukazují na vnitřní uspořádání. Skladba všech lesních porostů je ovlivněna čtyřmi faktory. Prvním je původ porostu. Jedná se o skutečnost, jestli porost vzešel vegetativní nebo generativní cestou. Popřípadě zdali se jedná o autochtonní nebo alochtonní porost. Jako druhý faktor je druhová skladba v porostu tudíž zastoupení jednotlivých dřevin v porostu. Zbylé dva faktory jsou věkové členění a prostorové uspořádání porostu. V rámci těchto faktorů jsou pak dle Polena et al. (2007) rozlišeny na skupiny:

1. Druhová skladba
2. Věková skladba
3. Prostorová skladba.

3.2.1 Druhová skladba

Druhová skladba je množství, počet dřevin a jejich zastoupení v lese. Pro tuto skutečnost jsou lesy rozděleny na listnaté a jehličnaté. Obě varianty se mohou vyskytovat ve formě smíšené – různorodé, popřípadě nesmíšené – stejnorodé (Vacek et al., 2007). Co se zastoupení dřevin týče, jedná se o plošný podíl dřevin na ploše porostu. Vyjadřováno je zastoupení v absolutních a relativních jednotkách. Podle Polena et al., (2007) zastoupení dřevin v % je popsáno rozdělením na:

- Hlavní dřeviny – větší než 30 %
- Přimíšené dřeviny – 10-30 %
- Vtroušené dřeviny – do 10 %

3.2.2 Věková skladba

Další skupina je věková skladba porostu, jenž je definována věkovým členěním. Těmi jsou myšleny věkové rozdíly jednotlivých dřevin. Věkovou skladbu rozdělujeme mezi věkové třídy a věkové stupně. Díky dělení věkových tříd a stupňů je možné plánovat do budoucna a je možnost naznačit produkční a reprodukční stav lesa. Dle věkových členění jsou porosty děleny na stejnověké a různověké. Pokud se jedná o přírodní les, jenž se nachází ve stabilní věkové struktuře, převládá zde zastoupení jedinců mladších věkových stupňů. V opačném případě by se jednalo o problém, kdy populace ustupuje. S příčinou rozdílu v růstu jednotlivých jedinců dochází rozdílnosti ve věku a tloušťce porostu. Proto je podle věku posuzován porost sedmi základními růstovými fázemi, které jsou s věkem úzce spjaty (Podrázský, 2004; Poleno et al., 2007).

Růstové fáze jsou zjednodušeně jednotlivé části života jedince. Definovány jsou zejména vzhledem a vlastnostmi které se během vývoje mění. Těmi jsou myšleny znaky typu střední výčetní tloušťka, porostní výška, původ porostu, fyziologická zralost a mnoho dalších. Ať byl porost založen umělou cestou obnovy nebo se jedná o porost jenž vznikl přirozenou cestou, popřípadě ještě kombinovanou cestou podřizují se sedmi růstovým fázím. Podle Poleno et al. (2007) těmi jsou:

1. Nálet,
2. Kultura,
3. Mlázina,
4. Tyčkovina,
5. Tyčovina,
6. Nastávající kmenovina,
7. Vyspělá kmenovina.

Jak uvádí Vacek (2018) výše uvedené fáze definují jednotlivé časové ukazatele pro určité pěstební úkony. To za účelem pěstebních opatření jako jsou například prostřihávka, prořezávka, probírka.

3.2.3 Prostorová skladba

Prostorová skladba je posuzována dvěma způsoby – vertikálním (svisle) a horizontálním (vodorovně). V rámci vertikálního se sleduje tvorba lesních pater, horizontální strukturou je zjišťována hustota porostu s ní související zápoj a zakmenění (Poleno et al., 2004; Vacek, 2018).

Horizontální struktura může být cíleně ovlivněna stylem hospodaření a vylučováním jedinců. U porostů, jež byly založeny umělou cestou, je již předem dané rozmístění jednotlivých stromů. Porosty vzniklé přirozenou obnovou jsou upořádány spíše shlukovitě a nepravidelně. Během dalších let se tyto místa mění v lépe upořádaná stanoviště s ideálním rozmístěním jednotlivých jedinců. Správné uspořádání s rovnoměrným zápojem má vliv na pozdější produkci a produkční prostor jednotlivých stromů a samozřejmě i dostatečnému prostoru ke kvalitním objemovým přírůstkům (Vacek et al., 2015a; Bulušek et al., 2016).

Vertikální strukturu nejvíce ovlivňuje věk jednotlivých stromů. S tím může být spojena rychlost růstu mezi druhy. Poté vztahy k daným stanovištím. Skrze tyto parametry stromy zabírají postavení v porostních vrstvách, které mohou být trvalé nebo dočasné (Poleno et al., 2007).

3.3 Obnova lesa

3.3.1 Přirozená obnova lesa

3.3.2 Předpoklady pro přirozenou obnovu

Obnova lesa patří k základním úkolům pěstování lesů (Duda, 1995). Základním předpokladem pro přirozenou obnovu generativním způsobem hospodaření jsou výběrné a clonné seče. Dalším možným předpokladem pro přirozenou obnovu je ponechání výstavek na ploše. Faktor, který ovlivňuje přirozenou obnovu na holinách, je dostatek semen, která mohou být lehce roznášena větrem. Těmi jsou většinou okřídlená semena (Peřina et al., 1964).

Další skutečnost pro obnovu porostu je připravenost půdy pro klíčení semen. Tomuto předchází cílevědomá biologická příprava půdy. Té dosáhneme pomocí těžby, při které klademe důraz na zmenšení zápoje porostu. Těžba obnovního typu by měla napomáhat a usměrňovat rozklad hrabanky a nástup dolního patra porostu (Vacek, 1981).

Jako další předpoklad jsou klimatické podmínky. Mikroklima v porostu a povětrnost by měla být vyvážena pro přežití jednotlivých semenáčků (Vacek et al., 2018). Podle Polena et al. (2007) první zmíněné podmínky je možno ovlivňovat v rámci stylu hospodaření v lese, avšak mikroklima lesníku ovlivnit nikterak nemůže.

Čtvrtým stěžejním předpokladem je pro přirozenou obnovu semenný rok. Jedná se o proces, který lesník nemůže ovlivnit velkým množstvím zásahů do porostu, nýbrž kontinuální podporou a péčí o koruny. Avšak stěžejním je pro semenný rok spojení všech výše zmiňovaných skutečností (Vacek, 1995).

3.3.3 Specifikace přirozené obnovy lesa

Jedná se o zdlouhavý a proces při porovnání s obnovou umělou, která zabírá času poměrně méně. Pro ideální dosažení přirozené obnovy je třeba zajistit načasování fruktifikace semenných jedinců. Konec nastává, když je dosaženo stádia mlaziny. Aby však byla obnova úspěšná, všechny procesy musejí probíhat v ideálním pořadí a představovat by měli jeden souladný proces (Vacek, 1995).

Vzhledem k většímu množství srážkových úhrnů se přirozená obnova na stanovištích ve vyšších polohách, popřípadě v lokalitách středních poloh týká především dřevin jako je smrk, jedle či buk. Kdy se zároveň jedná o jejich vegetační pásma. V nižších polohách se silně zmlazuje např. dub, bříza nebo borovice. (Vacek et al., 2018).

3.3.4 Druhy přirozené obnovy lesa

Děleny jsou základní dva druhy přirozené obnovy, a to je vegetativní nebo semennou (generativní). Z přirozené generativní obnovy vzniká les vysoký. Díky vegetativní obnově se vytváří takzvaný les nízký neboli pařezina. Pařezina vzniká třemi způsoby, buď pomocí kořenových výmladků, kdy z kořenů vyrážejí nové dorůstající kmeny. Jako druhý způsob je pařezová výmladnost (Poleno et al., 2007). Z pařezu vyrůstá jeden nebo více výmladků, díky čemuž se v budoucnu tvoří více kmenný jedinec. Poslední způsob vegetativního druhu obnovy je hřížení. To probíhá způsobem, při kterém větve zachycené na povrchu půdy zarostou například trávou, poté zakoření a začne vyrůstat znovu původní jedinec (Vacek et al., 1995). Semenná přirozená obnova vzniká pouze opadnutím semen na zem, která poté začnou klíčit. Semenná neboli generativní přirozená obnova je základní forma obnovy lesa. Porost vzniká z mateřského porostu nebo z porostů okolních (Vacek et al., 2018).

3.3.5 Výhody přirozené obnovy

Jestliže byla dosažena všechna potřebná kritéria pro přirozenou obnovu, je tedy na čase shrnout výhody přirozené obnovy lesa.

- Základní výhodou pěstování lesů s využitím přirozené obnovy je skutečnost, že les po jakémkoli zásahu, ať už plánovaném nebo neplánovaném, bude nadále splňovat všechny funkce lesa a nevzniká holina. To je v suchých letech velmi cenný faktor, kdy stanoviště drží určité množství vody a nemá tak velkou šanci, jak vyschnout nebo ve větším množství zarůst buřeni (Vacek et al., 1995).
- Zachování původních a nepůvodních jedinců, se už v minulosti prokázalo jako ideální. Ne vždy alochtonní druh prokazuje, že je nevhodný pro dané stanoviště (Korpel, 1991).
- Významnou výhodou je jednoznačně nízká nákladovost na prvotní pěstební úkony. Dá se říci, že lesníkům jde příroda naproti a nejsou nuceni využívat žádný další sadební materiál. Lesníci jsou ušetřeni nákladů za sadební materiál, přípravy půdy a vylepšování kultur.
- Další skutečnost, jenž je třeba vyzdvihnout, jsou ztráty jedinců. Při velkém počtu obnovy není nutné jedince extra ošetřovat pro jejich mnohonásobně větší počet oproti obnově umělé.
- Genetika v porostu a zachování původního genomu je také výhodou přirozené obnovy. Avšak i tato skutečnost může být brána jako nevýhoda, protože pokud-li byla původní genetika v porostu nevyhovující, tak nadále také zůstává.
- Dřeviny přirozené obnovy se zpravidla vyznačují lepší adaptabilitou k různým stanovištním poměrům (Vacek et al., 1995).

3.3.6 Nevýhody přirozené obnovy

Mezi nevýhody přirozené obnovy patří:

- První počáteční problém může nastat, kdy genetika původního porostu nebyla vyhovující.
- Největší nevýhodou přirozené obnovy je následná budoucí výchova takto vzniklých porostů, která je náročnější a dražší. Velký počet jedinců nás tlačí se do porostu za účelem výchovy vracet minimálně třikrát za periodu dvou let. Tím jsou míněny zásahy jako prostrhávka a protrhávka. Při takových zásazích je třeba určit alespoň budoucí tvar a strukturu porostu. (Poleno et al., 2007)

- Další nevýhodou je nepravidelná fruktifikace mateřských jedinců. Semenné roky se u jednotlivých dřevin liší. Proto ne každý rok je obnova úspěšná (Mareš & Vacek, 1984).
- Nálet je v některých místech velmi hustý a zároveň vznikají místa, která jsou prázdná. Taková místa jsou v dalších letech třeba vyplnit sadbou (Kantor, 2001).

3.3.7 Umělá obnova

Obnova umělá je záměrná činnost, kterou obnovujeme, buď porost vytěžený nebo zasažený určitým druhem disturbance. Používáme zde předem připravený sadební materiál. Sadební materiál rozlišujeme na dva druhy – prostokořenný a krytokořenný. Pro úspěšnou obnovu lesa je vždy třeba využít takový sadební materiál, jenž bude v budoucnu jako kultura vykazovat vysokou ujímavost a pravidelný přírůst (Kupka et al., 2006).

Rozeznáváme 3 základní způsoby realizace umělé obnovy. Nejrozšířenější a nejznámější druh umělé obnovy je sadba jamková a štěrbínová, kdy sázíme zmíněnou prostokořennou nebo sadbu obalovanou do vykopaných jamek a štěrbín. Dalším druhem je sítí semen. Tento druh umělé obnovy je využíván často v nižších polohách v lužních lesích. V těchto lokalitách jsou často sázeny duby a ořešáky. Semena těchto dřevin jsou nasety do naoraných řádků či narušené půdy. Poslední typ obnovy je řízkování. Za pomoci řízků vznikají například topolové plantáže, které se zakládají výhradně z řízků (Poleno et al., 2007; Vacek et al., 2018).

3.3.8 Výhody umělé obnovy

Výhodou umělé obnovy je možnost ovlivňovat tři aspekty lesního porostu:

- Genetickou kvalitu jedinců v porostu, kdy jsou lesní hospodáři schopni změnit genetický základ porostu.
- Druhové složení porostu, které lze kvůli umělé obnově celé změnit, pokud například nevyhovuje předešlý druh dřeviny.
- Prostorové rozmístění jedinců, kdy původní les narůstal v pravidelných řadách.

Umělou obnovu lze oproti přirozené obnově realizovat bez čekání na semenné roky. Zároveň je možno ji provádět na stanovištích silně zabařenělých. Na těchto stanovištích je možnost využít obalovanou sadbu, ta má svou vyšší ujímavostí velkou šanci pro úspěšný růst. Další, a to velmi podstatný plus je, že porosty nastupují do výchovy později a díky menšímu počtu jedinců je výchova jednodušší. Poslední výhodou je možnost využití mechanizace při ožínání. (Vacek et al., 2018).

3.3.9 Nevýhody umělé obnovy

Nevýhody umělé obnovy a základním problémem, který nastává po vykácení je, že les nadále neplní funkce lesa a je spíše otevřenou plochou než lesem. Výsadba na holině není vhodná pro stínomilné dřeviny, které vyžadují vzdušnou vlhkost a trpí na přímý kontakt se sluncem. Velmi podstatný faktor je finanční stránka umělé obnovy. Za sadbu a vysázení je možné vynaložit náklady okolo 70-120 tisíc Kč/Ha. Poslední nevýhodou je péče o vysázenou kulturu, a to na dobu minimálně tří let. Pěstební práce jako je vyžínání, nátěry proti okusu zvěří a vylepšování (Poleno et al., 2007; Vacek et al., 2018).

3.3.10 Kombinovaná přirozená obnova

Dle Vacka et al (2018), třetí druh obnovy lesa je kombinovaná obnova lesa. Už z názvu je jasné, že porost bude obnovován z části uměle a z části přirozeně. V praxi se často užívá jako možnost využít přirozené obnovy které je dostatek, aby pokryla část vzniklé holiny a zároveň ji není takové množství na úplné ponechání bez obnovy umělé. Proto se obnova přirozená doplní o dosažení určitého počtu jedinců. Důvodem však může být i změna dřevinné skladby, která nemusí být adekvátní. V takovém případě se jedná o předběžnou porostní přestavbu. (Poleno et., al 2007)

3.4 Charakteristika významných dřevin na výzkumných plochách

3.4.1 Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.)

Buk lesní je listnatá dřevina z čeledi *Fagaceae* (*bukovité*). V naší republice se v rámci pěstování lesa využívá v takzvané hercynské směsi. Tu tvoří buk lesní, jedle bělokorá a smrk ztepilý (Vacek et al., 2009). Aktuální zastoupení buku v ČR je 8,8 %, přičemž přirozená druhová skladba dosahuje 40,2 % (MZe, 2020).

3.4.1.1 Popis

Úradníček et al. (2001) buk popisuje jako mohutný opadavý strom, který dorůstá 40-50 m výšky, se štíhlým válcovým kmenem a kuželovitou korunou. Dožívá se 200-400 let. Buk má srdcoví kořenový systém. Z mohutného uzlu kořenů vede svoje kořeny v mnoha směrech. Díky této skutečnosti je buk v půdě dobře zakotven. Na živnějších půdách koření mělce. Kůru má hladkou bělošedou až šedou, která bývá rozpukaná. Listy buku jsou s tenkou čepelí, jenž je k okraji lehce pozdvižená. Délka listů je zpravidla 5-10 cm. Na podzim velmi nápaditě mění

barvu svých listů. Zprvu listy žloutnou, poté přechází do lehce červené až hnědé (Úradníček et al., 2001).

Letorosty má buk červenohnědé barvy, kdy zprvu jsou bělavě pýřité, poté lysé. Samčí květy jsou v dlouhých svazečcích v paždí listů. Samičí jsou červené číšce v počtu po dvou. Buk lesní je dvoudomou rostlinou. Kvete od dubna až do května. Plody, opadávají a dozrávají koncem září. Plodnost buku lesního je nutné rozlišit pro dvě skutečnosti. Za prvé, pokud se jedná o solitéra nebo skupinu, která roste v zápoji. Solitér plodí mezi 30-40 rokem, jedinci v zápoji plodí v 50-70 letech. Semenné roky se opakují v rozmezí 4-8 let, avšak jsou opakovány nepravidelně. Plodem buku jsou bukvice, které jsou 1 cm velké, lesklé, hnědé trojboké (Pukacka & Ratajzák, 2007). Jsou jedlé a vyznačují se oříškovou chutí. Díky chuti jsou bukvice často roznášeny zvěří, jako jsou drobní hlodavci a ptáci. Oblíbené jsou také pro ptáky jako například holubi (*Columma palumnus*), pěnkavy (*Fringila coelebs*). Zároveň také pro hlodavce jako myšice (*Apodemus flavicolis*) a norníky (*Clethrionomys glareolus*) (Vacek et al., 2009). Procházková (2009) tvrdí, že bukvice jsou také ohroženy plísněmi jako (*Phytophthora cactorum*) nebo (*Rhizoctonia solani*) a dalšími houbovými chorobami.

Dalším druhem ztrát bukvic jsou jarní přísušky a rychlé nástupy mrazů nebo pozdní mraz. Jako další faktor je třeba zmínit plochy, kde půdy jsou silně zabuřené a plevelnaté. Bukvice se tudíž nedokáží dostat do země a začít klíčit (Burschel et al., 1964).

Buk lesní je schopen i výmladnosti, ovšem ta je v jeho případě malá. Dřevina trpí z velké části na škody působené zvěří, kdy zvěř v oblibě buk okusuje a působí tak značné škody jak na přirozené obnově, tak na umělých výsadbách (Úradníček et al., 2001).

3.4.1.2 Ekologie a rozšíření

Nigre & Colin (2007) tvrdí, že buk je dřevina oceánického a suboceánického klimatu, kde roční úhrn srážek je mezi 800 až 1000 mm. Buk lesní je citlivý k suchu a pozdním jarním mrazům. Jedná se o třetí nejtolerantnější klimatickou dřevinu vůči, tudíž snáší i silný zástin. Díky tomu má většina čistých bučin mnoho pater. Důvodem je, že jedinci vydrží dlouhou dobu v zástině (Úradníček et al., 2001; Janík et al., 2012).

To je důvod, proč je buk často na příznivých stanovištích dominantní a vytlačí jiné dřeviny. Na vláhu je velmi citlivý. Buk nesnáší záplavy, přesto má střední nároky na vláhu. Tolerantní je na dobře provzdušněných plochách, které jsou provzdušněné a bohaté na humus. Ovšem je velmi intolerantní vůči zamokřeným a uléhavým půdám. Též neroste na vysušených písčitých půdách. Je možné však konstatovat, že buk lesní nepotřebuje specifický geologický

podklad. Jeho optimum výskytu se nachází v 5. LVS, který je v horizontu 650-700 m n. m., častěji je k vidění v rozmezí 400-1000 m n. m. V České republice se bučiny člení na čtyři druhy, a to jsou květnaté, vápnomilné, klenové a acidofilní. Ideální bučiny je možno nalézt na půdách humózních, které bývají bohaté na vápník (Úradníček et al., 2001; Uhlířová & Kapitola 2004; Janík et al., 2012).

Růst buku v mládí je rychlý, jestliže není silně zastíněn. Jeho výškový přírůst vrcholí mezi 40-50 roky. Buk lesní se osvědčil lesníkům jako zpevňující dřevina pro smrkové monokultury nebo obecně využívaná meliorační a zpevňující dřevina (MZD) (Úradníček et al., 2001). Svým opadem obohacuje půdu, ovšem při velkém zástínu a vyšším nedostatku vody, se opadané listy řádně nerozloží a poté neumožní přirozené obnově se dále rozvíjet. Geßler et al., (2007) uvádí, že úloha obnovy buku, potažmo dřevin, nese významnou úlohu jak ekonomickou, tak ekologickou. Buk funguje skvěle jako spodní patro pro světlomilné dřeviny (Peřina, 1964). Je možné konstatovat že patří, v rámci porostních směsí mezi nejméně ohrožené dřeviny jak abiotickými činiteli, ale také chorobami a škůdci pokud-li nejsou počítány škody způsobené zvěří. Zde se jedná to ohrožení vysoké (Uhlířová & Kapitola, 2004; Chakraborty, 2016).

3.4.1.3 Význam

Význam buku v českém dřevozpracujícím průmyslu je sice slabší než na Slovensku, avšak i u nás si našel své místo díky jeho všestrannému využití. V dřívějších dobách se bukvice lisovaly na olej. V dřevozpracujícím průmyslu jsou využívány hladké části kmene. Zbylé partie stromů jsou využívány na celulózu a případně prodány na palivo (Úradníček et al., 2001).

Buk trpí výskytem tzv. „nepravého jádra“, to mu bohužel na jeho využitelnosti ubírá. Ale i přesto je využit v nábytkářství, popřípadě na výrobu dřevěného uhlí, pražců nebo také papíru. Ceněn je také v okrasném sadovnictví a zahradnictví, kde velké množství jeho kultivarů lišících se buď barvou, popřípadě tvarem nebo stylem růstu jsou často vidět v těchto odvětvích. Dekorativních kultivarů je větší množství. Nejznámějšími z nich jsou cv. *Pendula* – znám jako smuteční buk a poté kultivar cv. *Rohanii* – s laločnatými listy, které jsou tmavě purpurové (Úradníček et al., 2001).

3.4.2 Jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.)

Areál jedle bělokoré v Evropě nemá nikterak silné zastoupení jako třeba buk nebo borovice lesní, avšak i jedle našla své místo na území Evropy. Například v Polsku jsou význačné dlouholeté jedlové porosty. Na území České republiky je přirozená skladba jedle 19,8

% . Pouze 1,2 % je zastoupení současné. Doporučená skladba jedle v našich podmínkách je 4,4 % (MZe, 2020).

Jedná se o jehličnatý vzrostlý strom s rovným průběžným kmenem a hluboko usazeným kořenovým systémem. Koruna je zpočátku kuželovitá, poté přechází do značného válcovitého tvaru. Na sklonku života tvoří jedle takzvaná čapí hnízda (uťatý vršek koruny) (Úradníček et al., 2001; Uhlířová & Kapitola, 2004).

Z hlediska ekologických nároků, je jedle klimatickou dřevinou, která snáší silný zástin, jenž může trvat delší dobu. Jedle je citlivá na změny množství vody na stanovišti. Není schopná růst, popřípadě tvořit nové populace na suchých stanovištích. Dále vyžaduje celoroční vyváženost jak vody, tak živin v půdě. Výšková amplituda jedle je od 300 m. n. m. až po 1 100 m. n. m., avšak tuto výšku přesáhne opravdu jen ve výjimečných případech.

Význam jedle v českém hospodářství je v dnešní době poněkud oslaben. Jako hlavní hospodářská dřevina byl zvolen smrk, i když má jedle poměrně podobné parametry co se dřeva týče, smrk jedli rychlým přírůstem a menšími půdními nároky převálcovoval. Jedlové dřevo nemá pryskyřičné kanálky. Využíváno bylo na šindele, popřípadě na výrobu hudebních nástrojů. V dnešní době je jedle a velmi ceněná okrasa Vánočních svátku jako vánoční stromek (Úradníček et al., 2001).

3.4.3 Smrk ztepilý (*Picea abies* /L./ Karst)

Areál smrku ztepilého je masivní v severní a severovýchodní Evropě. Výskyt je také v menším zastoupení v horách střední Evropy. Za posledních 200 let byl však smrk rozšířen po celé Evropě. V České republice je smrk zastoupen v hercínsko-karpatské oblasti a v blízkosti pohraničí. V současnosti tvoří 49,5 % z celkového zastoupení dřevin u nás, přičemž v přirozené druhové skladbě je jeho zastoupení pouze 11,2 % (MZe, 2020). Během posledních dvou století na některých stanovištích vytlačil většinu původních dřevin. To se zpětně ukazuje jako velký problém, protože na většině těchto stanovišť trpí na houbové choroby a přemnožení biotických činitelů. Velmi často napadán kloubnatkou smrkovou (*Gemmamyces piceae*) (Zýka et al., 2018). Dále dle Černého (1989) je také náchylný na václavku smrkovou (*Armillaria ostoyae*) a poté trpí na další závažné hmyzí škůdce jako lýkožrout smrkový (*Ips typographus*), popřípadě bekyní mniškou (*Lymatria monacha*) (Úradníček et al., 2001; Uhlířová & Kapitola, 2004).

Ve spojení se zmiňovaným lýkožroutem a nahodilými těžbami smrku se v roce 2019 vytěžilo 30,9 mil. m³. Což odpovídá 95 % těžených dřevin, a to díky rozšíření kůrovcové kalamity na Moravě a Českomoravské vrchovině (Šimůnek et al., 2020). Ta měla velmi silný

dopad na pokles cen surového dřeva. Na to navazující snížená vazba uhlíku (CO₂) a ztráta funkcí zadržování vody v půdě (Toth et al., 2020)

Smrk je jehličnan větších rozměrů s rovným a průběžným kmenem. Dožívá se až 400 let a dorůstá výšky až 50 m. Kořenový systém smrku je kuželovitý, to vede k častým vývrátům.

Z hlediska ekologických nároků, smrk je jednoznačně světlomilná dřevina. Smrk však v mládí snáší zástin, díky tomu je jeho nárůst v prvních letech i tak dosti silný. Svým rychlým nástupem růstu postupně zastíňuje ostatní dřeviny na stanovišti. Smrk snáší dobře vlhkost, ale v opačném případě není tolerantní k suchu, to je pro jeho růst limitujícím faktorem. K dalším významným problémům spjatým se smrkem je znečištění ovzduší, kdy byly v minulosti vysoké koncentrace SO₂ a docházelo k rozsáhlému odumírání smrkových porostů s horských oblastech (Vacek et al., 2020). Dále trpí na větrné kalamity, kdy jeho kuželové ukotvení v půdě nedokáže dostatečně strom v půdě udržet. Dalším limitujícím faktorem jsou vývraty zapříčiněné velkým sněhem a mrazem (Úradníček et al., 2001).

Mayer & Ott (1991) tvrdí, že pro úspěšné zmlazování je nejvýhodnější podrostní způsob, popřípadě maloplošné formy výběrného lesa. To zajišťuje efektivní užití kapacity stanoviště. Díky tomu dochází ke snížení provozních rizik a zvýšení stability a funkčnosti.

Smrk se stal hlavní hospodářskou dřevinou v ČR a prakticky ovládl trh s kulatinou. To díky jeho rychlému růstu a technickým schopnostem dřeva. V České republice se využívá pro stavební a truhlářské dřevo. Využíván pro zpracování kromě kulatiny také možnost využití v papírnictví. Na trhu je využíván také v rámci paliva. Oblíbenou formou jsou kultivary pro vánoční stromky (Úradníček et al., 2001).

3.4.4 Javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.)

Rozšíření kleny je omezeno na střední a jižní část Evropy. To je zapříčiněno jeho intolerancí k mrazům, proto se nevyskytuje v severních částech Evropy. V České republice se vyskytuje v horizontu od 300-900 m n. m., osídluje tak většinu pahorkatin. Současné zastoupení všech tří druhů javorů na našem území dosahuje 1,5 % a přirozené zastoupení je 0,7 % (MZe, 2020). V dnešní době už jsou porosty s čistým zastoupením kleny spíše ojedinělé, většinou se jedná o raritu. Tyto porosty bývají zbytky pralesů (Úradníček et al., 2009).

Javor klen je mohutný listnatý strom s košatou korunou. Dožívá se 400 let a dorůstá se okolo 40 m výšky. Srdcovitý typ kořenového systému, který zasahuje do země a je silně

upevněn, zajišťuje stabilitu stromu i na kamenitých půdách (Uhlířová & Kapitola, 2004; Vacek et al., 2018).

Javor snáší střední zástin. Na půdu jsou jeho nároky velmi specifické, vyžaduje vzdušnou zároveň i půdní vlhkost, avšak nesnáší stojatou vodu a záplavy. Jedná se o dřevinu oceánického charakteru (Musil & Möllerová, 2005; Vacek et al., 2018)

Z hlediska významu, dřevo klenu má svoje místo v truhlářství a řezbářství. Dřevo je pevné a jemné. Jeho dosavadní využití je na výrobu hudebních nástrojů. Popřípadě se využívají jako parkové stromy, kde jejich solitéři zkrášlují parky (Úradníček et al., 2009; Vacek et al., 2018).

3.4.5 Javor mleč (*Acer platanoides* L.)

Rozšíření javoru mleče sahá od střední Evropy až po severní část kontinentu. To je zapříčiněno jeho snášenlivostí vůči silnějším mrazům například oproti klenu. V areálu ČR je mleč zastoupen pouze minoritně, kdy roste ve skupinkách, a to ještě přimíšen s jasany, jilmy a javorem klenem. Javor mleč roste pouze v nižších polohách v rámci údolních porostů (Úradníček et al., 2009; Uhlířová & Kapitola, 2004).

Mleč je středně velký strom s rovným kmenem a stejně jako u klenu je jeho habitat tvořen košatou korunou. Mleč se dožívá 200 let a dorůstá se 30 m výšky. V půdě je ukotven jedním silným kořenem, z kterého se rozrůstají další kořeny tudíž v zemi drží mleč velmi pevně.

Z hlediska ekologických nároků se jedná o stínomilnou dřevinu. Nároky na vzdušnou a půdní vlhkost má mleč velké. Dokáže snést vysokou hladinu vody v půdě a nevádí mu záplavy. Na rozdíl od javoru klenu se vyznačuje vysokou odolností vůči mrazu, to se také odráží na zmíněném areálu výskytu.

Tím, že rozšíření mleče je u nás nepatrné, tak se nejedná o hospodářsky významnou dřevinu. Ceněn je především včelaři, jelikož včelstvo jej velmi rádo vyhledává. Největší jeho využití je v rámci alejí a parkových kultivarů (Úradníček et al., 2001).

3.4.6 Modřín opadavý (*Larix decidua* Mill.)

Modřín opadavý se nachází ve dvou ekotypech: jesenický, který se také označuje jako slezský, nebo ekotyp alpský. Jeho původní rozšíření je v Alpách, Karpatech a v malém zastoupení v Polsku. Jedná se o dřevinu, která tvoří horní hranici lesa tudíž se modřín popisuje jako významná horská dřevina. V našich podmínkách je modřín původní pouze jako ekotyp

jesenický. Hlavním územím původního rozšíření je Bruntál a jeho okolí (Úradníček et al., 2009; Uhlířová & Kapitola 2004). Současné zastoupení modřínu je 3,8 % (MZe, 2020).

Modřín je jehličnatý strom, který dorůstá velkých rozměrů s vysoce nasazenou korunou. V příznivých podmínkách je schopen dosáhnout až 50 m výšky. Jedná se o dlouhověkou dřevinu dožívající se až 500 let. Kořenový systém modřínu je srdčitý a do všech stran rozvinutý. Díky této skutečnosti je modřín stabilně upevněn v půdě. Tudíž netrpí ve velké míře na vývraty (Úradníček et al., 2009).

V rámci ekologie se jedná o světlomilnou dřevinu, která však snese i slabší zástin. Půda mu vyhovuje provzdušněná a živná, avšak je schopný růst i na suťových půdách.

Z hlediska využití, modřín je pionýrská dřevina využívaná ve směsích jako například do zpevňovacích žeber v porostech. Často je využíván v alejích jako okrasná dřevina. Dřevo modřínu je odolné pod vodou, proto byl v minulosti využíván pro podvodní stavby. Dnes je modřín ceněn pro své výřezy v pilařském průmyslu. Ty jsou velmi dobře finančně ohodnoceny (Úradníček et al., 2009).

4 Materiál a metodika

4.1 Charakteristika zájmového území

4.1.1 Přírodní lesní oblast 24 - Sudetské mezihoří

Jedná se o jednu z menších lesních oblastí o rozloze 58 033 ha. Tato oblast se nachází mezi hřebeny Krkonošských a Orlických hor. V jihozápadní části se táhnou hřebeny Žacléřské vrchoviny s vrchy Vraních hor. V severovýchodní části se rozkládají Broumovské stěny s nejvyšším bodem „Hejšovina“ (Průša, 2001).

Nejrozšířenějším vegetačním stupněm je jedlo-bukový. U tohoto LVS je nejčastější řada kyselá jedlová bučina. Řada živná je zastoupena svěží jedlovou bučinou. Vysoký podíl má také kyselá smrková (Průša, 2001).

V rámci přirozené skladby lesů zde zaujímal přední postavení buk lesní a jedle bělokorá. V menším procentuálním zastoupení byl smrk ztepilý. V současné době dominuje dřevinám smrk 73,5 % dále borovice 5,6 % modřín 5,5 % jedle je zastoupena pouze 0,3 %. Buku je v současné době pouze 5 % v rámci celé oblasti. Zbytek dřevin je v malém procentuálním zastoupení (Průša, 2001).

4.1.2 Zájmové území CHKO Broumovsko

CHKO Broumovsko se nachází v severovýchodní části republiky. Protkána je malebnými skalními útvary, na které navazují louky a pastviny. CHKO je známá především svými dvěma velmi cennými památkami a těmi jsou Adršpašsko-Teplické skály a Broumovské stěny. Nadmořská výška se pohybuje okolo 350-880 m n. m. a rozloha CHKO činí 43 000 ha (Vacek et al., 2012).

Obě tato území jsou ojedinělá svým reliéfem a klimatem, které zajišťuje působení unikátní fauny a flory. CHKO Broumovsko bylo prohlášeno v roce 1991 vyhláškou Ministerstva životního prostředí č. 157/1991 Sb. Území CHKO Broumovsko je rozděleno do čtyř zón ochrany přírody. První zóna zahrnuje přírodní ekosystémy pískovcových skal a původní přírodě blízké lesy a nivy. Druhá zóna je složená z lesů, které mají už značně změněnou druhovou skladbu, ve skladbě od listnatých porostů až po čisté jehličnaté monokultury. Všechny tyto porosty jsou z velké části stejnověké. Třetí a čtvrtá zóna zaujímá největší část v porovnání s částmi ostatními. Tvořeny jsou zemědělskými plochami a lesy s rozdílnou druhovou skladbou. Lesy jsou menší velikosti, protože jsou obklopené rozsáhlými lány zemědělské půdy (Vacek et al., 2012).



Obrázek 2: Mapa CHKO Broumovsko s jednotlivými zónami, Zdroj: <http://broumovsko.ochranaprirody.cz/>.

4.1.3 Stanovištní poměry

Nadmořská výška je na Broumovsku poměrně proměnlivá od 350 m n. m. až po 880 m n. m. Klima je na Broumovsku kvůli hřebenovitě členěnému terénu a velkým výškovým rozdílům dosti odlišné i na krátké vzdálenosti. Srážkové úhrny jsou v rozmezí 650-850 mm, zimní srážkové úhrny činí okolo 250-400 mm. Průměrná roční teplota se pohybuje od 2 do 7°C. Zmíněné klimatické rozdíly a změny v nadmořské výšce určují pestrost stanovištních a půdních poměrů (Vacek et al., 2012).

V nižších polohách převládají ilimerizované půdy, kdy naopak ve výše položených oblastech to jsou podzoly a s nimi hnědé půdy. Na stanovištích ovlivněných vodou jsou půdy vyvinuty intrazonálně. Okolo řek a potoků jsou k nalezení také hydromorfní půdy, to zejména v oblastech pramenišť. V jejich blízkosti se nachází pseudogleje a gleje s výjimkou rašeliny. Půdní druh je označován jako litozem a půdy kamenitých a balvanitých sutí rankeru. V rámci floristiky je Broumovsko středně bohaté území. Převládá na území mezofytikum a v okolí skal je to vyčleněno jako oreofytikum (Vacek et al., 2012).

4.1.4 Historické souvislosti lesního hospodaření

Dle Vacka et al. (2012) byly v hluboké historii lesy na Broumovsku tvořeny velkým množstvím pralesů. Skladba těchto pralesů byla tvořena z jedle, buku, a dokonce jsou důkazy o přítomnosti smrku.

Po osídlení Broumovska bylo množství zásoby pralesů sníženo. Dřevo v tu dobu bylo hlavní stavební jednotkou, avšak spotřeba narůstala i pro potřeby kterými byly pivovar, sklárny a hutní průmysl. K dalšímu snížení došlo v rámci pastvy dobytka, koz a ovcí. Díky těmto aktivitám trpěl buk a javor jejichž podíl velmi poklesl. Tento nápor nejlépe snášely jehličnany jako smrk a jedle (Průša, 2001; Vacek et al., 2012).

V rámci obnovy lesa se v této době využívaly pouze výstavky, ke kterým byly využity případně sje. Na přelomu 18. a 19. století začínají první zmínky o zalesňování nelesní půdy. V prvních částech byla využita borovice, jako další byl použit smrk. Po roce 1945 utrpěly lesy na Broumovsko velkou ránu, a to velkými kalamitami tamních monokultur. V rámci socializace lesnatost na Broumovsku mírně stoupá. To díky zalesňování hůře přístupných lokalit. V konečných číslech se jednalo o 2 000 ha lesní plochy která přibyla na Broumovsku (Průša, 2001; Vacek et al., 2012).

4.1.5 Současné hospodaření

Lesní porost tvoří okolo 40 % celé výměry CHKO. Celá oblast se nachází v rozmezí 3. až 6. LVS. Skladba lesů na Broumovsku je určena dominancí smrku ztepilého se 72 %. Jeho vysoké zastoupení v druhové skladbě je zapříčiněno lesním hospodařením na úkor jedle a ostatních listnáčů. Ostatní dřeviny jsou zastoupeny v procentech následovně: buk lesní – 5 %, borovice lesní (*Pinus sylvestris*) - 8 %, bříza bělokorá (*Betula sp. div.*) – 6 %, modřín opadavý (*Larix decidua*) – 5 %, olše lepkavá a šedá (*Alnus glutinosa*, *A. incana*) – 1 % a javor mlec a klen (*Acer pseudplatanus*, *A. platanoides*) – 1 %. Zbylé druhy se dělí jen o zbytky procent: jedle bělokorá, dub letní (*Quercus robur*) a dub zimní (*Quercus petraea*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), lípa malolistá a velkolistá (*Tilia cordata* a *T. platyphyllos*), jilm horský (*Ulmus glabra*) a habr obecný (*Carpinus betulinus*). Introdukované dřeviny jsou hlavně douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*), jedle obrovská (*Abies grandis*), smrk pichlavý (*Picea pungens*) a s nimi borovice vejmutovka (*Pinus strobus*). Zvěř na Broumovsku je podmíněná různorodostí terénu a střídajícími se krajinnými typy. Se stále proměnlivými plochami lesů, na které navazují zemědělské půdy pokryté potoky a říčkami. Druhově nejbohatší jsou místa, kde přechází jednotlivá stanoviště dále to jsou například remízky a zarostlé okraje luk (Vacek et al., 2012).

4.1.6 Lesní vegetační stupně (LVS) v rámci výzkumných ploch

4.1.6.1 4. LVS

Tento vegetační stupeň je k nalezení na lokalitách, kde se roční teplota pohybuje mezi 6,0 až 6,5°C. V rámci srážkových úhrnů dosahuje množství mezi 700-800 mm. Délka vegetačního období je v rozmezí 140 až 150 dní. Dřeviny, které jsou zde v optimu, jsou buk lesní, který tvoří plošné bučiny. Dále je zde možné nalézt dub zimní, popřípadě jedli bělokorou. Typické polohy, které vystihují čtvrtý lesní vegetační stupeň, jsou především oglejené a podmáčené plochy. Na těchto plochách převládá spíše jedle než buk lesní (Průša, 2001).

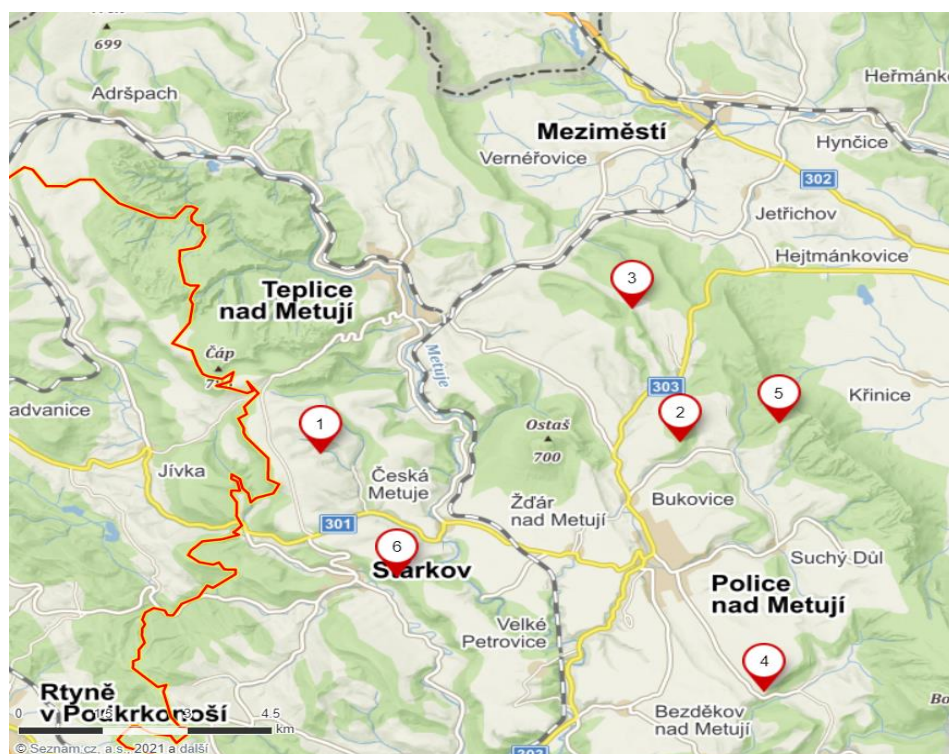
4.1.6.2 5. LVS

Lokality, jež jsou typické pro 5. LVS, se vyznačují průměrnou teplotou okolo 5,5 až 6,0 °C. Srážkové úhrny se pohybují v rozmezí od 800-900 mm. Vegetační období trvá okolo 130-140 dní. Z dřevin převládá buk lesní, popřípadě jedle bělokorá. V optimu je v tomto LVS

také smrk ztepilý. Zajímavostí je zde bylinné patro. V něm se vyskytují bučinné druhy. V nižších polohách nalezneme také subalpínské druhy (Průša, 2001).

4.1.7 Výzkumné plochy na CHKO Broumovsko

Počet výzkumných ploch je šest, přičemž každá se nachází v jiné části CHKO. Každá plocha je specifická a přehled základních porostních a stanovištních charakteristik se nachází v *Tab. 1–6*. Lokalizace všech TVP na území CHKO Broumovsko je znázorněna na *Obr. 3*.



Obrázek 3: Lokalizace trvale výzkumných ploch 1-6 na Broumovsku. Zdroj: <https://mapy.cz>

4.1.7.1 TVP 1 - Skalka

Plocha TVP 1 se nachází v malé kotlině blízko Skalky u České Metuje (*Obr. 4*). Výzkumná plocha je obklopena polními pozemky. Porost leží ve výšce 650 m n. m. (*Tab. 1*). Lesní vegetační stupeň je 5. Věk porostu je 125 let. Zakmenění porostu je 8. Porost, ve kterém se nachází TVP 1, je z 95 % zastoupen smrkem a pouze 5 % bukem lesním. I přesto se zde buk silně zmlazuje a v přirozené obnově silně dominuje.

Tabulka 1: Základní stanovištní a porostní údaje na lokalitě Skalka TVP 1. (autor práce)

Základní údaje	
Katastrální území	Skalka u České Metuje
Souřadnice plochy	50.5585647N, 16.1482506E
Nadmořská výška	650 m. n. m.
Přírodní lesní oblast	24
Lesní vegetační stupeň	5
Plocha porostu	3,07 ha
Expozice	Severní expozice
Lesní typ	4A1
Hospodářský soubor	551
Věk	125 let
Zakmenění	8
Zastoupení dřevin	
Buk lesní	5 %
Smrk ztepilý	95 %

TVP1



🔴 - TVP 1

1:3 000

Obrázek 4: Umístění TVP 1, vytvořeno v programu GIS (autor práce).

4.1.7.2 TVP 2 - Hlavňov

Lesy v okolí Hlavňova jsou převážně smrčiny, ovšem v určitých částech se jedná o samotné bučiny či smíšené porosty. Výzkumná plocha se tyčí nad začátkem vesnice, kdy vlastníkem lesa a pozemků okolních je soukromá osoba (*Obr. 5*). Hlavňov spadá též pod PLO – 24 Sudetské mezihoří. Vybraný porost patří do lesního typu 4S2 – svěží bučina chudší (*Tab. 2*). Lesní vegetační stupeň je 4. – bukový. Věk porostu je 109 let. Výměra celého porostu je 4,72 ha. Skladba porostu v horní etáži je sice dominantní pro smrk, ovšem plocha byla vybrána v místech většího zastoupení buku. V procentuálním zastoupení horní etáže činí 75 % smrk ztepilý, následuje buk lesní – 20 % a malého zastoupení dosahuje modřín opadavý – 4 % a jedle bělokorá – 1 %.

Tabulka 2: Základní stanovištní a porostní údaje na lokalitě Hlavňov - TVP 2. (autor práce)

Základní údaje	
Katastrální území	Hlavňov
Souřadnice plochy	50.5636122N, 16.2662767E
Nadmořská výška	665 m. n. m.
Přírodní lesní oblast	24
Lesní vegetační stupeň	4
Plocha porostu	4,71 ha
Expozice	Severozápadní – střední svah
Lesní typ	5B9
Hospodářský soubor	8401
Věk	109
Zakmenění	9
Zastoupení dřevin	
Buk lesní	20 %
Smrk ztepilý	75 %
Modřín opadavý	4 %
Jedle bělokorá	1 %

TVP2



🔴 - TVP 2

1:3 000

Obrázek 5: Umístění TVP 2, vytvořeno v programu GIS (autor práce).

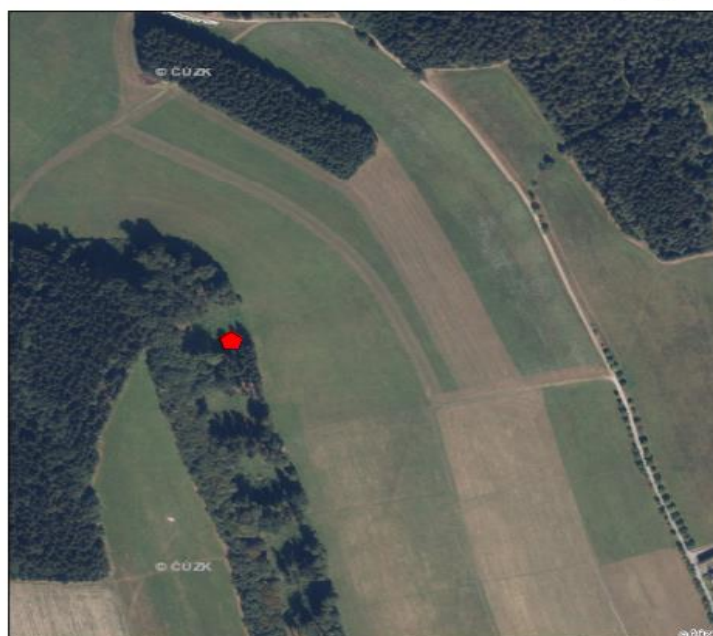
4.1.7.3 TVP 3 - Hony

Plocha Hony je nejméně turisticky vytížená lokalita ze všech TVP. Jedná se o plochu u přechodu od Polické pánve k Broumovským stěnám a Meziměstí. Porost tvoří velkou stěnu nad obcí Hony (Obr. 6) jehož velikost je 2,55 ha. Vlastnictví je rozloženo mezi soukromé majitele a státní lesy. Většina porostů je už rozpracována. Plocha se nachází v silném svahu, kdy zmlazení je v rozvolněných částech porostu. Spadá pod katastrální území Pěkov. V rámci PLO se jedná o 24 – Sudetské mezihoří. Hospodářský soubor je 416, věk porostu je 118 let a zakmenění porostu je 9 (Tab. 3). Zastoupení v horní etáži je tvořeno z 80 % buk lesní s mírnou 20 % příměsí smrku ztepilého. Lesní typ převažuje 5B9. Porost byl zvolen kvůli velkému množství luk v okolí a je to velmi solitérní porost v polích. Zároveň oproti plochám jako je Hvězda není zde turistická vytíženost. Buk se na okrajích porostu silně zmlazuje.

Tabulka 3: Základní stanovištní a porostní údaje na lokalitě Hony - TVP 3. (autor práce)

Základní údaje	
Katastrální území	Hony
Souřadnice plochy	50.5862750N, 16.2284561E
Nadmořská výška	625 m.n. m.
Přírodní lesní oblast	24
Lesní vegetační stupeň	41
Plocha porostu	8,05 ha
Expozice	Východní – prudký svah
Lesní typ	5A1-5B9
Hospodářský soubor	416
Věk	118
Zakmenění	9
Zastoupení dřevin	
Buk lesní	80 %
Smrk ztepilý	20 %

TVP 3



◆ - TVP 3

1:3 000

Obrázek 6: Umístění TVP 3, vytvořeno v programu GIS (autor práce)

4.1.7.4 TVP 4 - Bělý

Výzkumná plocha nad obcí Bělý je charakteristická vysokým množstvím jedinců přirozené obnovy. Porost se nachází blízko veřejné komunikace a tvoří pomyslný přechod mezi Polickou pánví do Machovska (Obr. 7). Katastrální území spadá pod Bělý. Tento porost vykazuje největší hustotu zmlazení ze všech zkoumaných lokalit. Plocha zkoumaného porostu je 1,27 ha (Tab. 4). Věk porostu 128 let. Trvale výzkumná plocha se nachází v nadmořské výšce 530 m. n. m. a jedná se o nejnižše položenou TVP. Porost prošel za poslední roky lehkou probírkou, při které byly odstraněny především kůrovcové souše, avšak zakmenění odpovídá stále 9. Zastoupení jednotlivých dřevin je v horní etáži buk 60 % smrk 35 % a modřín 5 %.

Tabulka 4: Základní stanovištní a porostní údaje na lokalitě Bělý - TVP 4. (autor práce)

Základní údaje	
Katastrální území	Bělý
Souřadnice plochy	50.5113756N, 16.2620925E
Nadmořská výška	530 m. n. m.
Přírodní lesní oblast	24
Lesní vegetační stupeň	4
Plocha porostu	1,27 ha
Expozice	Jihovýchodní s prudším svahem
Lesní typ	4C2
Hospodářský soubor	416
Věk	128 let
Zakmenění	9
Zastoupení dřevin	
Buk lesní	60 %
Smrk ztepilý	35 %
Modřín opadavý	5 %

TVP 4



◆ - TVP 4

1:3 000

Obrázek 7: Umístění TVP 4, vytvořeno v programu GIS. (autor práce)

4.1.7.5 TVP 5 - Hvězda

Trvale výzkumná plocha Hvězda se nachází v nadmořské výšce 655 m n. m. (Obr. 8). Jako plocha spadá opět pod PLO 24 – Sudetské mezihorí. Lesy jsou zde převážně smrčiny a smíšené porosty. Porosty na Hvězdě jsou rozděleny mezi malé vlastníky, státní a obecní lesy. Cílový porost je pod správou DSO Lesy Policka. Majitelem lesního celku je město Police nad Metují. Spadá však po KÚ Hlavňov. Plocha porostu je 2,45 ha což je největší porost mezi ostatními TVP (Tab. 5). Věk je 110 let, zakmenění odpovídá 8. Výzkumná plocha Hvězda má největší interakci s turismem, jelikož se jedná o lokalitu, která je velmi často navštěvována.

Tabulka 5: Základní stanovištní a porostní údaje na lokalitě Hvězda - TVP 5. (autor práce)

Základní údaje	
Katastrální území	Hlavňov
Souřadnice plochy	50.5636353N, 16.2663383E
Nadmořská výška	655 m. n. m.
Přírodní lesní oblast	24
Lesní vegetační stupeň	4
Plocha porostu	2,45 ha
Expozice	Západní – mírný svah
Lesní typ	5K1
Hospodářský soubor	401
Věk	110let
Zakmenění	8
Zastoupení dřevin	
Smrk ztepilý	75 %
Buk lesní	20 %
Modřín opadavý	4 %
Jedle bělokorá	1 %

TVP 5



🔴 - TVP 5

1:3 000

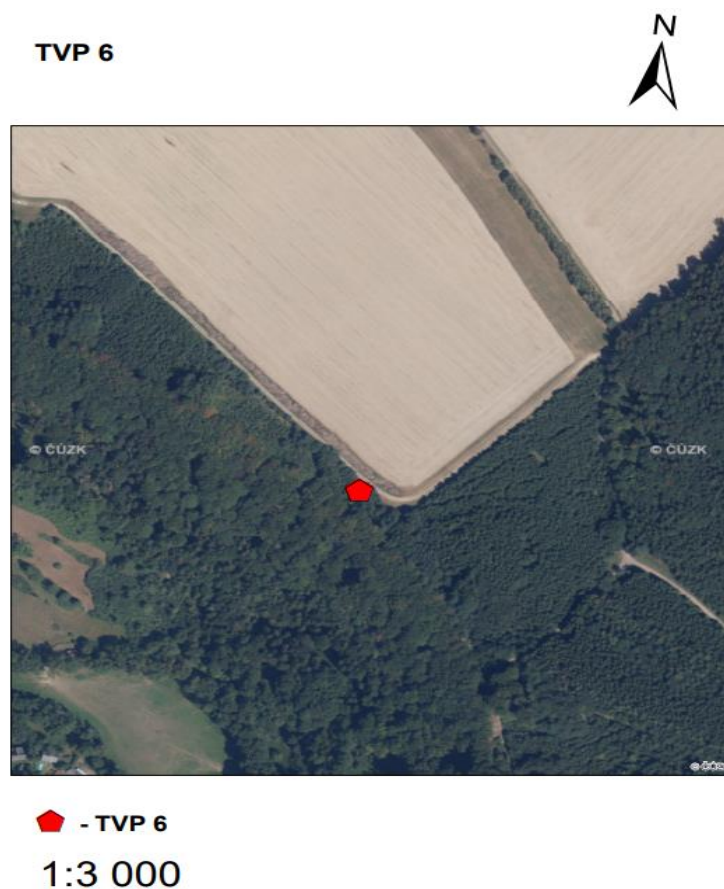
Obrázek 8: Umístění TVP 5, vytvořeno v programu GIS (autor práce).

4.1.7.6 TVP 6 - Stárkov

Trvale výzkumná plocha 6 se nachází blízko města Stárkov ležící v západní části Broumovského výběžku. Město je obklopeno lesy, poli a loukami (*Obr. 9*). Stárkov je součástí CHKO Broumovsko. Cílová lokalita, okolní lesy a pozemky se nachází v PLO 24 – Sudetské mezihoří. Lesy jsou zpravovány městskými lesy Stárkov. Katastrální území je Stárkov. Studovaný porost s dominantním zastoupením buku je ve věku 121 let se zakmeněním 8 (*Tab. 6*). V nedalekém okolí v nadmořské výšce 545 m n. m. leží vyhlídka Vysoký kámen. Město je proslulé jak zmiňovanou vyhlídkou, tak ale svými bučinami. Stárkovské bučiny jsou zónou číslo dva v CHKO Broumovsko.

Tabulka 6: Základní stanovištní a porostní údaje na lokalitě Stárkov - TVP 6. (autor práce)

Základní údaje	
Katastrální území	Stárkov
Souřadnice plochy	50.5338614N, 16.1698994E
Nadmořská výška	545 m. n. m.
Přírodní lesní oblast	24
Lesní vegetační stupeň	4
Plocha porostu	8,05 ha
Expozice	Západní – velký svah
Lesní typ	4A1
Hospodářský soubor	401
Věk	121 let
Zakmenění	8
Zastoupení dřevin	
Buk lesní	57 %
Smrk ztepilý	28 %
Modřín opadavý	4 %
Javor klen	6 %
Jedle bělokorá	5 %



Obrázek 9: Umístění TVP 6, vytvořeno v programu GIS (autor práce).

4.2 Sběr dat

Základním parametrem pro sběr dat přirozené obnovy bylo dostatečné zmlazení buku lesního v porostu. Plochy byly zvoleny dle hodnot zakmenění, polohy porostu v území CHKO, zastoupení jednotlivých dřevin a návaznosti na zemědělskou půdu. Po pečlivém průzkumu bylo založeno a stabilizováno šest trvale výzkumných ploch (TVP).

Ve všech zvolených porostech byla provedena jednotlivá měření jedinců. Sběr dat proběhl na TVP o velikosti 3×60 m. Plochy byly založeny 1 m od okraje zemědělské půdy směrem kolmo do porostu. Poté byly rozděleny na jednotlivé transekty o velikosti 3×3 m. Tyto transekty byly vždy vyznačeny a ohraničeny. Měřena byla výška jedince (s přesností na 1 cm), určen druh dřeviny a posouzena pěstební kvalita na stupnici od 1 do 4 (*Tab. 7*). Kvalita byla hodnocena pouze u jedinců obnovy větší než 100 cm. Dalšími parametry byly typ a stav okusu. Typ okusu byl klasifikován následovně: bez okusu, boční okus (*Obr 10*), terminální okus a obě možnosti (*Obr 11*). Stav okusu je posuzován jako okus starý, nový, popřípadě opakovaný. Jednotlivý jedinci byly zaznamenány do formuláře.

Tabulka 7: Tabulka hodnocení pěstební kvality jedinců přirozené obnovy. (autor práce)

Hodnocení kvality
1 - rovný přímý vitální jedinec bez rozvětvení vykazující dobrý výškový přírůst a tvořící budoucí základ porostu
2 - lehce křiví jedinec či jedinec s mírným rozvětvením, který v případě nutnosti může ještě nahradit jedince s kvalitou jedna, opět dobrý přírůst
3 - křivý rozvětvený jedinec z pěstebního hlediska nevhodný pro budoucí porost, vykazuje nepravidelný či malý přírůst
4 - silně deformovaný či velmi rozvětvený jedinec vykazující minimální až nulový přírůst či odumírající jedinec, typický "bonsajovitý" habitat



Obrázek 10: Jedinec poškozený okusem bočním. (foto: autor práce)



Obrázek 11: Jedinec poškozený jak terminálním okusem, tak bočním okusem. (foto: autor práce)



Obrázek 12: Okraj porostu se zemědělskou půdou. (foto: autor práce)



Obrázek 13: Pohled do vnitra porostu. (foto: autor práce)

4.3 Analýza dat

Jednotlivá zájmová území byla graficky vylišena a zpracována. Grafy byly vytvořeny v programu Excel (Microsoft) za pomoci statistické metody četností. Pro další statistické analýzy byl použit program Statistica (Statsoft, Tulsa). Pro zhodnocení rozdílů mezi výškami a škodami okusem způsobených zvěří byla použita analýza rozptylu (ANOVA) a následné rozdílů mezi jednotlivými typy a stavy okusu vyhodnoceny pomocí Tukeyho HSD testu. V tomto programu byly parametry přirozené obnovy, jako je výška, pěstební kvalita a početnost, a škody zvěří korelovány ve vztahu k vzdálenosti od porostního okraje.

Vícerozměrná analýza, resp. analýza hlavních komponentů (PCA) byla provedena v programu CANOCO 5 (Ter Braak, Šmilauer 2012) pro zhodnocení vztahu mezi zakmeněním, porostní zásobou, věkem, výškou a tloušťkou porostu, parametry přirozené obnovy (početnost, průměrná výška), škodami zvěří a stanovištními charakteristikami jako je sklon a nadmořská výška. Data byla před analýzou zlogaritmována a standardizována. Výsledky vícerozměrné PCA analýzy byly vizualizovány ve formě ordinačního diagramu.

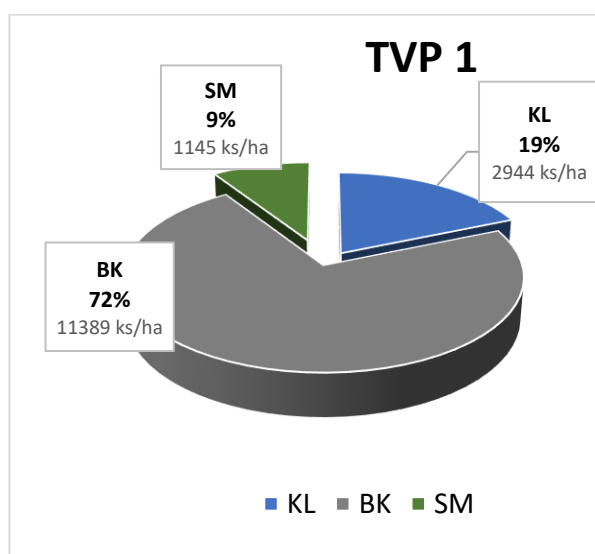
5 Výsledky

5.1 Druhové složení a hustota přirozené obnovy

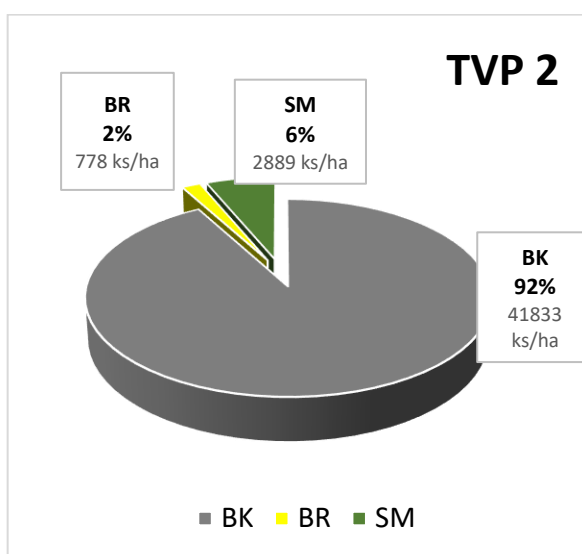
Jednotlivé grafy na *Obr. 14-19* znázorňují procentuální zastoupení jednotlivých dřevin na všech výzkumných plochách s přepočtem na množství jedinců na hektar.

Na TVP 1 v přirozené obnově dominoval buk lesní se zastoupením 72 % (11 389 ks/ha; *Obr.14*). Jako další dřevina je zde s 19 % (2 944 ks/ha) zastoupením javor klen a poté se zastoupením 9 % (1 445 ks/ha) smrk ztepilý. Pro srovnávání s mateřským porostem je buk na této TVP zastoupen hojně, jelikož horní etáž čítá pouze 5 % a převládá zde smrk s 95 %.

Se silnějším zastoupením je buk na TVP 2, kde převládá s 92 % (41 833 ks/ha). Dále se zde vyskytuje smrk s 6 % (2 889 ks/ha) a bříza s 2 % (778 ks/ha; *Obr. 15*). Pro porovnání s mateřským porostem je buk zastoupen pouze 20 %, oproti tomu smrk je v zastoupení s 75 %. Další dřeviny vyskytující se v horní etáži, jako například modřín, na TVP nalezeny nebyly.



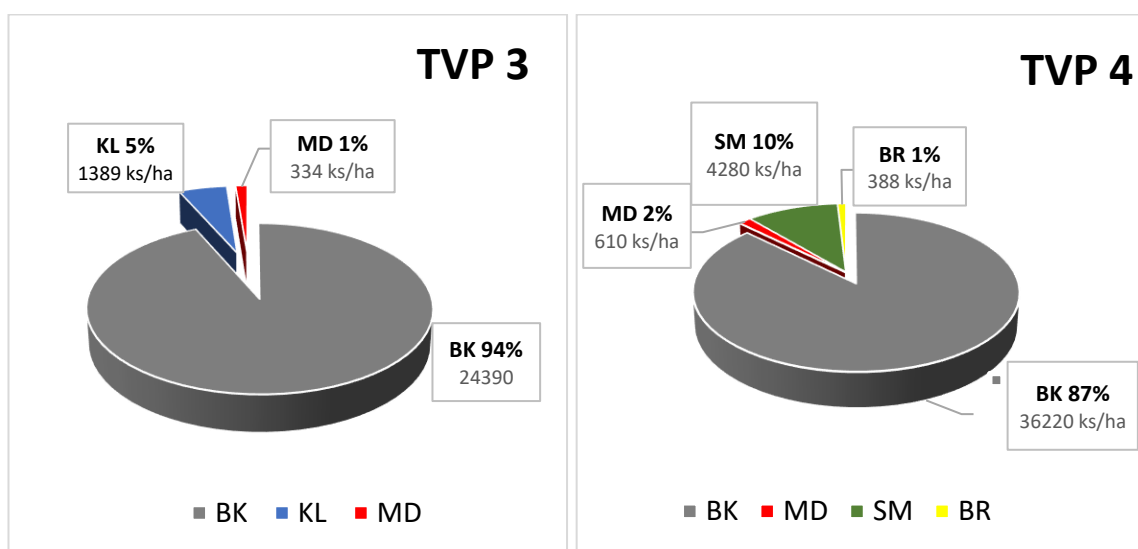
Obrázek 14: Druhové zastoupení na TVP 1. (autor práce)



Obrázek 15: Druhové zastoupení na TVP 2. (autor práce)

Na TVP 3 je buk zastoupen 94 % (24 390 ks/ha), klen v 5 % zastoupení (1 389 ks/ha) a modřín s 1 % (334 ks/ha, *Obr 16*). V porovnání s horní etáží je druhové zastoupení obdobné, jelikož mateřský porost má zastoupení buku 80 % s příměsí 20 % smrku, který na TVP 3 nalezen nebyl.

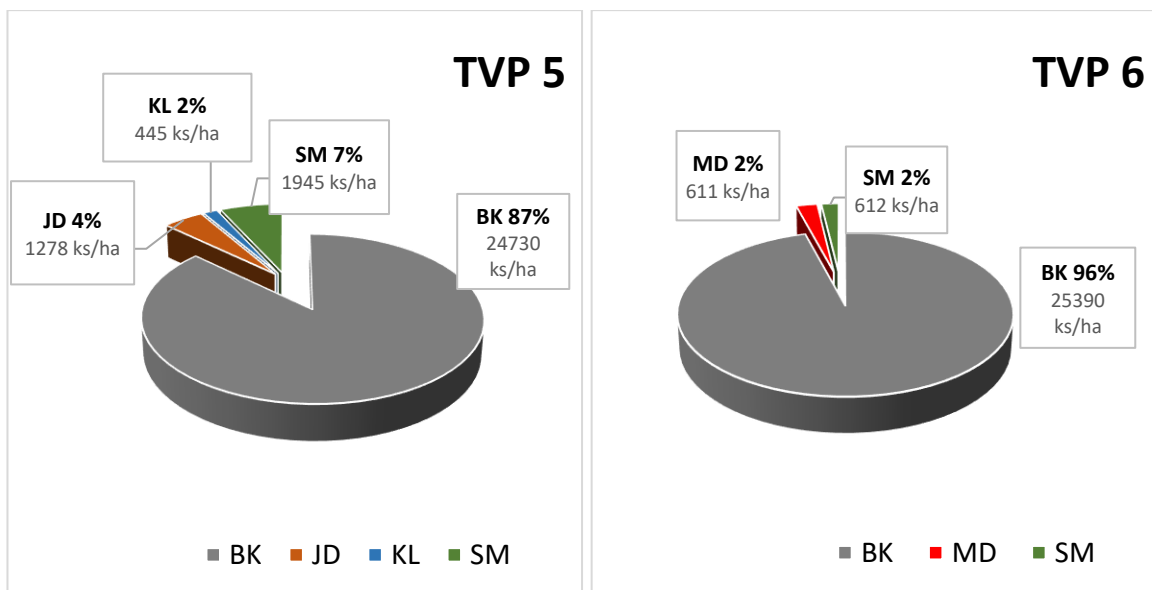
Výzkumná plocha TVP 4 (*Obr. 17*) vykazuje zastoupení buku 87 % (36 220 ks/ha), dále se zde nachází s 10 % smrk (4 280 ks/ha), modřín 2 % (610 ks/ha) a bříza 1 % (388 ks/ha). Jestliže je porovnávána horní etáž na TVP 4, odpovídá jak zastoupením, tak i pestrostí dřevin. Buk zde dosahuje zastoupení 60 %, smrk 35 % a modřín 5 %. Přimíšena je pouze pionýrská bříza, která však ustupuje směrem od okraje do porostu.



Obrázek 16: Druhové zastoupení na TVP 3. (autor práce) **Obrázek 17:** Druhové zastoupení na TVP 4. (autor práce)

Na TVP 5 byl nejsilněji zastoupen buk s 87 % (24 730 ks/ha, *Obr. 18*), poté smrk 35 % (1 945 ks/ha), jedle s 4 % (1 278 ks/ha) a klen s 2 % (445 ks/ha). V porovnání s TVP 3 jsou výsledky a počty jedinců podobné, avšak zastoupení mateřských porostů jsou rozdílná.

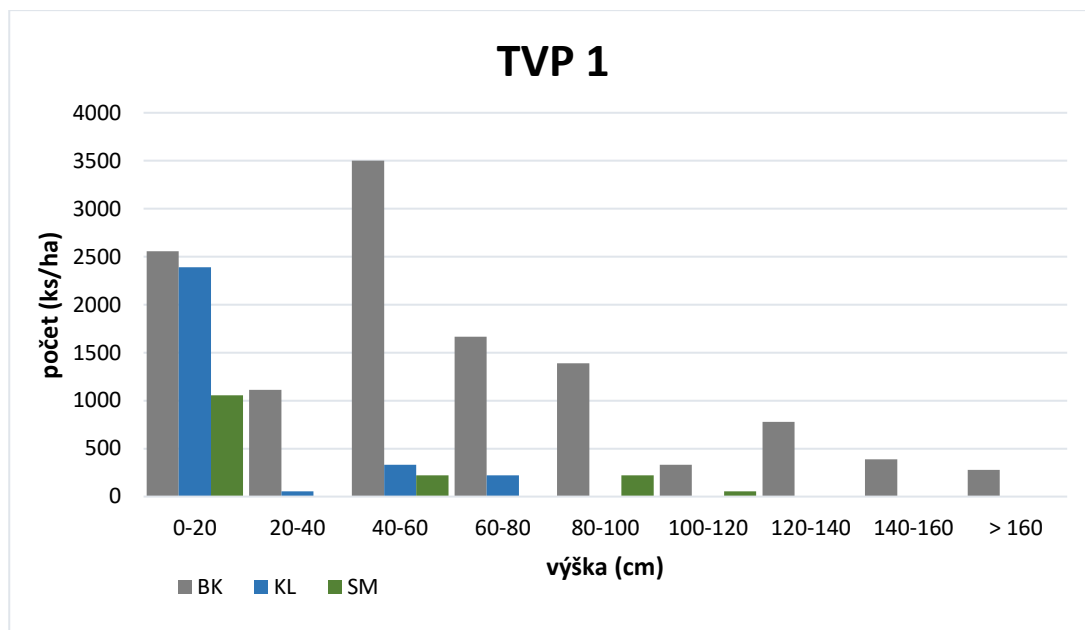
Na TVP 6 (*Obr. 19*) je buk zastoupen s 96 % (25 390 ks/ha), dále smrk s 2 % (612 ks/ha) a modřín s 2 % (611 ks/ha). V porovnání s horní etáží, kde buk tvoří 57 %, tak v přirozené obnově značně převládá. Smrk je v horní etáží zastoupen s 28 %, avšak ve spodním je zastoupen pouze 2 %. Vtroušené dřeviny, jako javor klen 6 % a jedle 5 %, jenž byly v mateřském porostu zastoupeny, nebyly v přirozené obnově nikterak zaznamenány.



Obrázek 18: Druhové zastoupení na TVP 5. (autor práce) Obrázek 19: Druhové zastoupení na TVP 6. (autor práce)

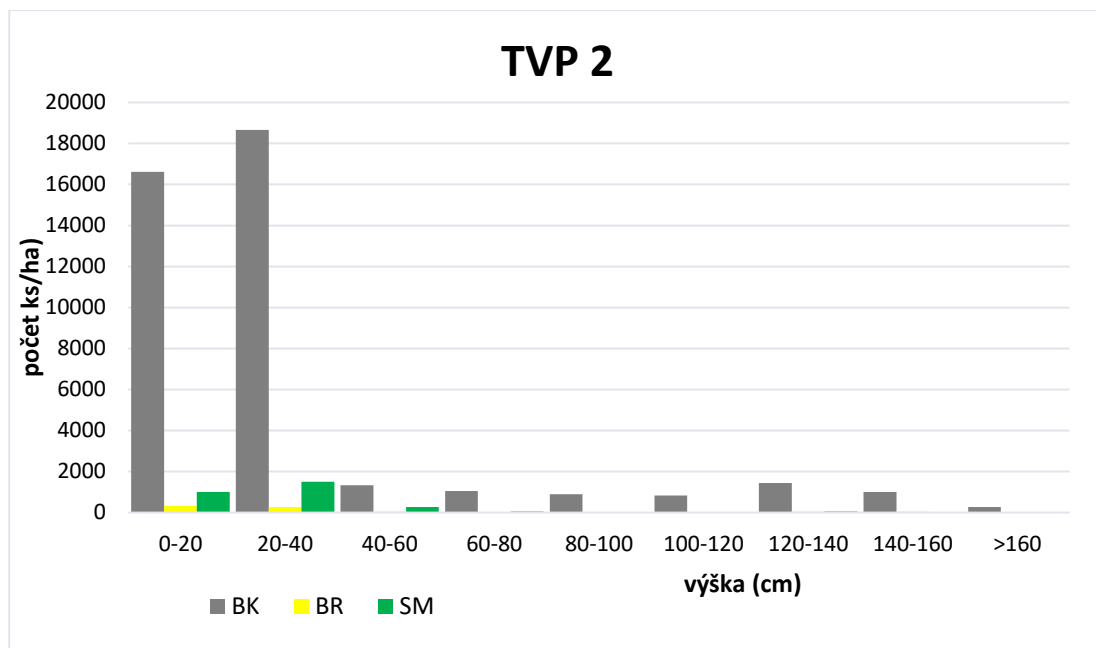
5.2 Výšková struktura přirozené obnovy

Největší zastoupení mají na TVP 1 u buku jedinci ve výškové třídě 40 až 60 cm (3500 ks/ha), dále pak v první výškové třídě 0 až 20 cm (2 556 ks/ha, *Obr.20*). Poté se množství jedinců s přibývajícím výškou zmenšuje. Nejméně zastoupenou třídou jsou jedinci větší než 160 cm (278 ks/ha). Javor klen má na prvním stupni 0-20 cm (2 389 ks/ha) poměrně vysoké zastoupení. Dále však jeho množství v přibývajících výškových intervalech upadá. Nejméně bylo naměřeno jedinců na stupni 20-40 cm (222 ks/ha). Při porovnání například s ostatními plochami je interval 100 až 120 cm (333 ks/ha) nejslaběji zastoupen mezi všemi ostatními TVP. V nejmenším počtu zde byl naměřen smrk ztepilý, který vykazuje největší zastoupení v intervalu 0-20 cm (1056 ks/ha). Nejméně pak byl zastoupen ve stupni 100-120 cm (56 ks/ha). Plocha TVP 1 je poměrně silně zastíněna, tudíž výšky jednotlivých jedinců nedosahují takové rozměry jako na jiných stanovištích. Zároveň se jedná o poměrně mladé zmlazení. Na kterém dominuje buk s javorem klenem.



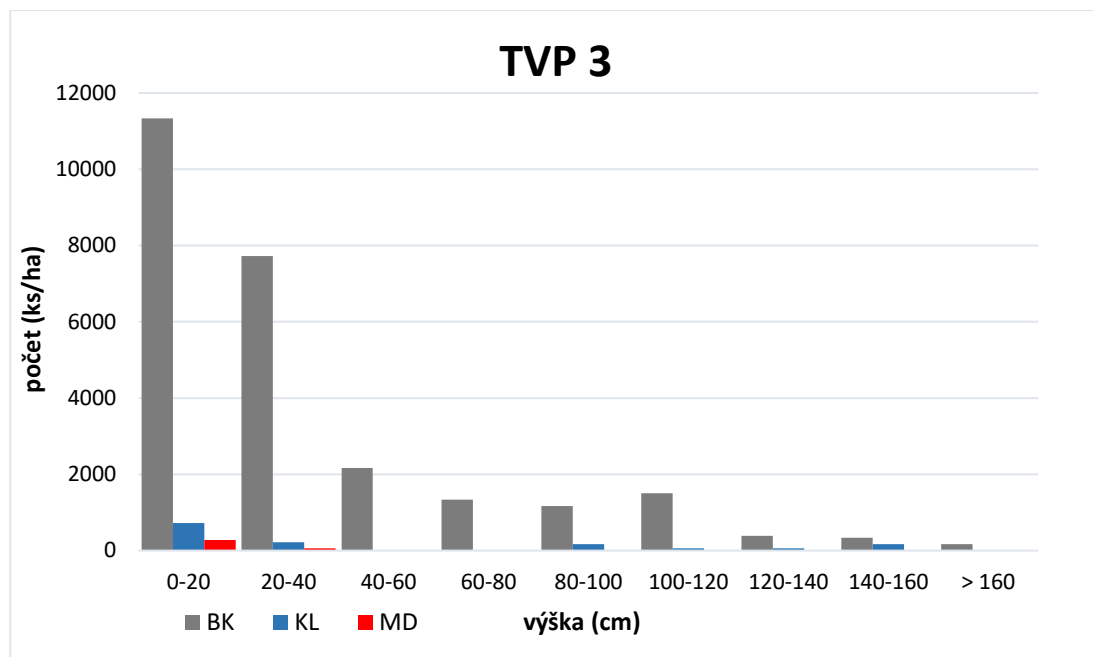
Obrázek 20: Výšková struktura jedinců na TVP 1. (autor práce)

U plochy TVP 2 (Obr. 21) buk vykazuje největší četnost jedinců v intervalu 20 až 40 cm. (18 667 ks/ha). Tento interval je napříč všemi ostatními TVP nejvíce zastoupen. Dále je velmi čteně zastoupen interval 0 až 20 cm (16 611 ks/ha). S přibývajícými výškami však jedinců značně ubývá. Nejméně zastoupeným stupněm je stupeň větší než 160 cm (278 ks/ha). Smrk je zde zastoupen nejčteněji ve stupni 20-40 cm (1 500 ks/ha) a následně pak v intervalu 0-20 cm (1 000 ks/ha). Nejnižší četnost má smrk ztepilý v intervalu 120-140 cm (56 ks/ha). Nejméně zastoupená dřevina je bříza. Ta je zastoupena na stupni 0-20 cm (333 ks/ha) a poté v 20-40 cm (278 ks/ha). Nejméně zastoupena je ve stupni 140-160 cm (56 ks/ha).



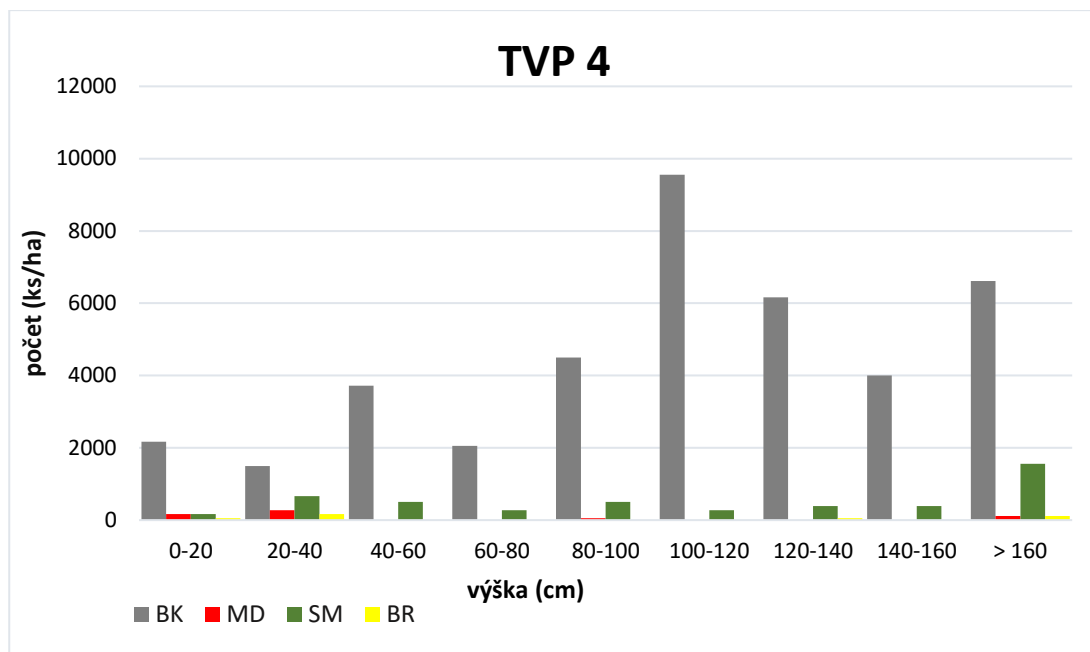
Obrázek 21: Výšková struktura jedinců na TVP 2. (autor práce)

Buk na TVP 3 (Obr. 22) vykazuje největší zastoupení jedinců v intervalu 0-20 cm (11 333 ks/ha, Obr. 18), poté trend upadá u intervalu 20 až 40 cm (7 222 ks/ha). Kolísavě postupuje až do intervalu 100-120 cm (1 500 ks/ha). Zbylé třídy jsou poté zastoupeny v řádech 389, 333 a 167 ks/ha, jedná se však o jedince o velikosti od 120 až 160 cm. Další dřevinou na TVP 3 je klen, který je nejvíce zastoupen ve třídě 0-20 cm (722 ks/ha), dále ve třídě 20-40 cm (222 ks/ha). Nejméně zastoupený je stupeň 100-120 cm (56 ks/ha). Při srovnání kleny na TVP 1 a TVP 3 je stupeň 0-20 cm (2389 ks/ha) více zastoupen u TVP 1. TVP 3 má na druhou stranu četnější výskyt ve výškách 100-120 cm a 140-160 cm.



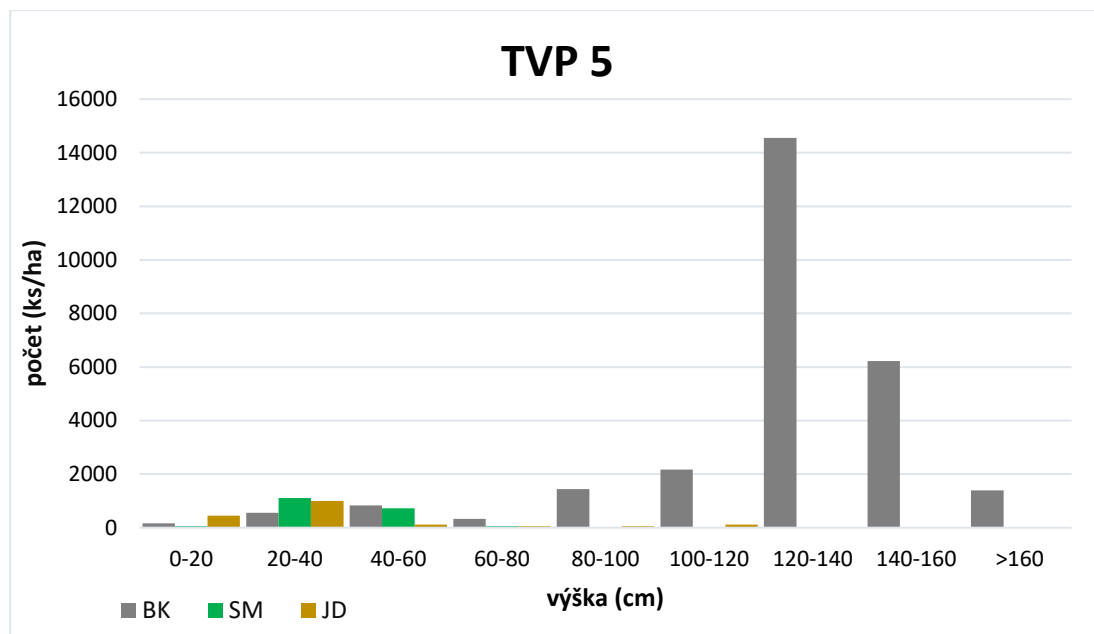
Obrázek 22: Výšková struktura jedinců na TVP 3. (autor práce)

Výzkumná plocha TVP 4 (Obr. 23) vykazuje nejrozmanitější zastoupení výškových tříd. Podmíněno je to do značné míry tím, že porost prošel v předešlých letech kalamitní těžbou, tudíž část porostů zůstala otevřena a přirozené obnova měla mnoho prostoru ke zmlazení. Buk zmlazuje nejčetněji ve stupni 100-120 cm (9 556 ks/ha). Vyrovnané jsou výškové třídy větší než 160 cm (6 611 ks/ha) a 120-140 cm (6 167 ks/ha). Což oproti plochám předešlým značí hojný nárůst jedinců takové velikosti. Nejméně zastoupená třída je 20-40 cm (1 500 ks/ha). Další dřevinou na TVP 4 je smrk ztepilý, jehož jedinci nad 160 cm (1 556 ks/ha) jsou četnostně zastoupeny nejvíce; dále pak stupeň 20-40 (500 ks/ha). Nejnižší zastoupení vykazuje výšková třída 100-120 cm (278 ks/ha). Přimíšen je zde také modřín, který je nejvíce zastoupen v intervalu 20-40 cm (278 ks/ha). Nejméně zastoupený je interval 80-100 cm (56 ks/ha). Poslední dřevinou na TVP 4 je bříza. Ta se čteně zmlazuje na intervalu 20-40 cm (167 ks/ha). Ve srovnání s TVP 2 jsou počty břízy nižší ve všech intervalech do 160 cm. Četnější je pouze stupeň větší než 160 cm (111 ks/ha).



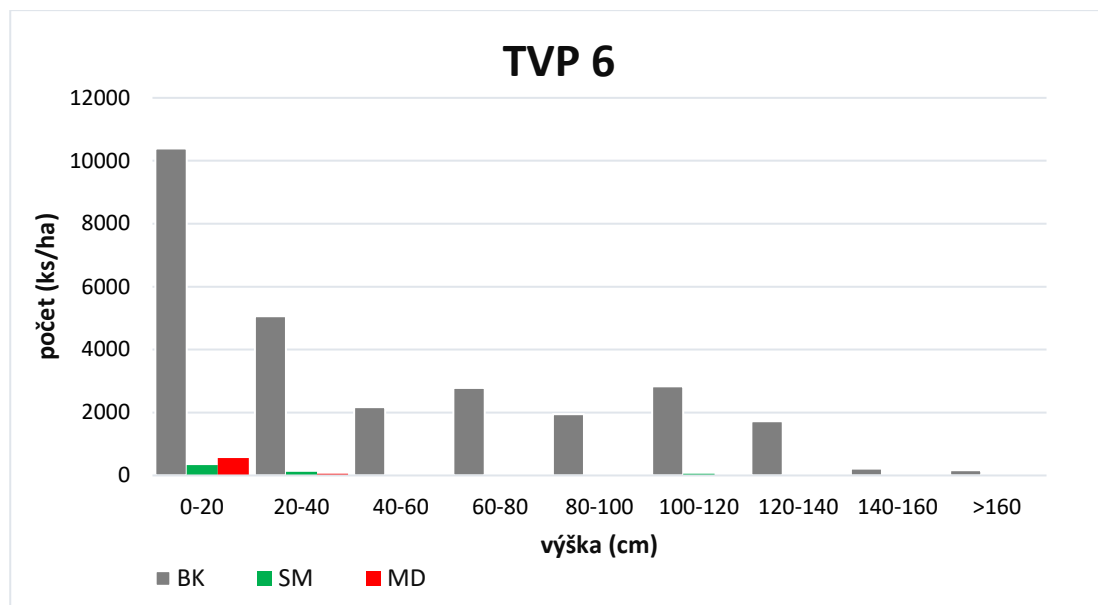
Obrázek 23: Výšková struktura jedinců na TVP 4. (autor práce)

Buk na TVP 5 převládá od 120 do 140 cm (14 556 ks/ha, *Obr. 24*). V porovnání s ostatními TVP je tato plocha v tomto intervalu nejčetnější. Dále následuje interval 140 až 160 cm (6 222 ks/ha). Poté zastoupení ve výškových třídách klesá. V nejmenším zastoupení je stupeň 0 až 20 cm (167 ks/ha). V porovnání s ostatními TVP je výškový stupeň 0 až 20 cm (167 ks/ha) v měřítku všech ostatních TVP nejslaběji zastoupen. Smrk je na TVP 5 nejčetněji zastoupen v intervalu 20 až 40 cm (1 111 ks/ha) poté 40 až 60 cm (722 ks/ha). Nejméně zastoupený interval je 0-20 cm (56 ks/ha). Jedle má největší zastoupení ve stupni 20 až 40 cm (1 000 ks/ha). Poté 0 až 20 cm (444 ks/ha). Po těchto intervalech množství značně ubývá. Nejméně je zastoupen interval 60 až 80 cm (55 ks/ha).



Obrázek 24: Výšková struktura jedinců na TVP 5. (autor práce)

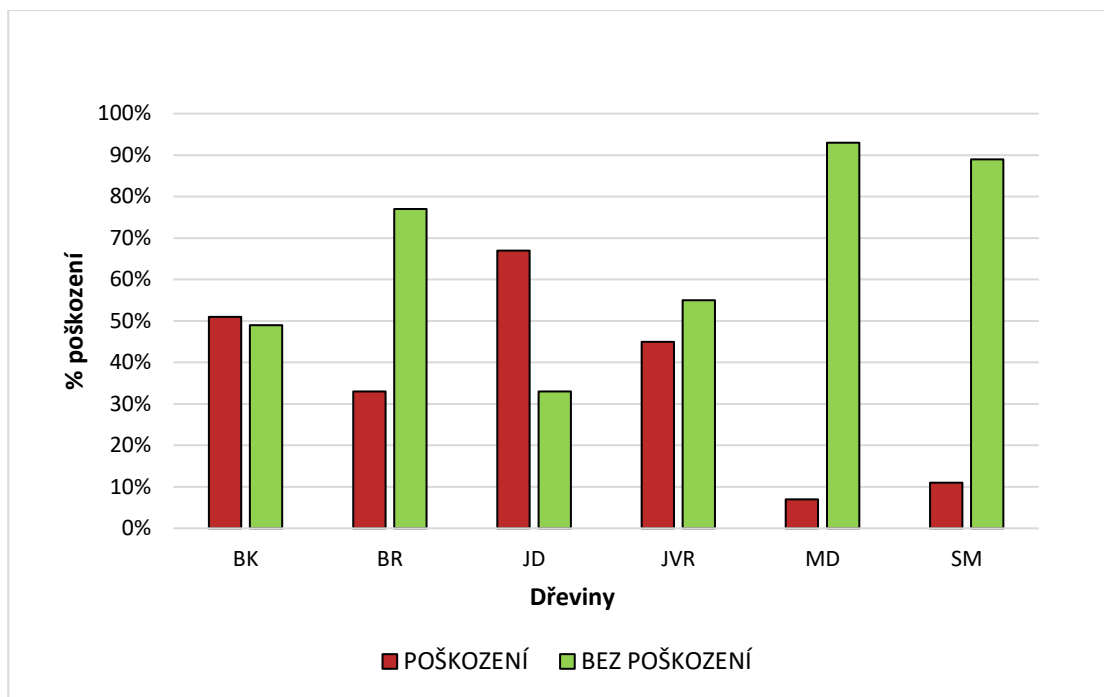
Poslední plocha TVP 6 vykazuje opačný výškový trend než u plochy předešlé. Nejsilněji zastoupená třída buku lesního je 0 až 20 cm (10 389 ks/ha). Poté 20 až 40 cm (5 056 ks/ha). Poté třídy poměrně kolísají 1 700 až 2 500 ks/ha (Obr. 25). TVP 6 však vykazuje obdobné parametry jako například TVP 3, jejíž zastoupení třídy 0 až 20 cm (11 333 ks/ha) obdobné. Nejslabší interval je větší než 160 cm (167 ks/ha). Poté se na ploše zmlazuje modřín, jenž je nejvíce zastoupen v intervalu 0-20 cm (556 ks/ha). Nejméně je zastoupen interval 20 až 40 cm (56 ks/ha). Smrk se na TVP 6 vyskytuje nejvíce ve stupni 0 až 20 cm (333 ks/ha), poté 20 až 40 cm (111 ks/ha). Nejméně zastoupen je stupeň 100 až 120 cm (56 ks/ha). Smrk je na této ploše v nejmenším zastoupení oproti ostatním TVP.



Obrázek 25: Výšková struktura jedinců na TVP 6. (autor práce)

5.3 Škody zvěří

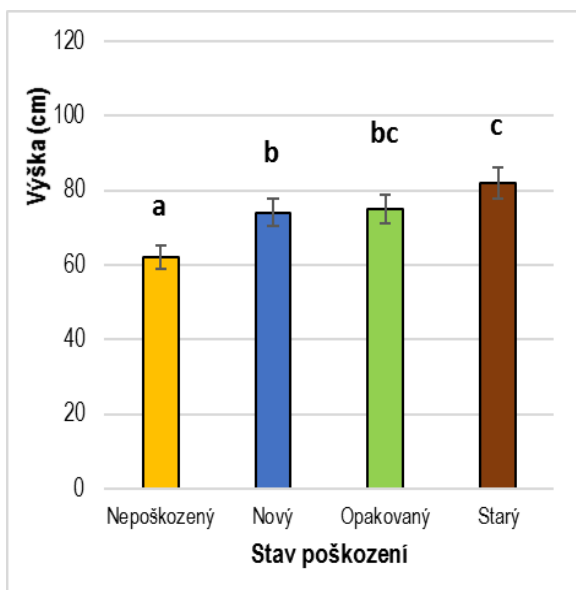
Poškození jednotlivých dřevin (*Obr. 26*) vykazuje preference zvěře vůči druhům. Nejvíce preferovaná dřevina okusem je jedle bělokorá, přičemž 67 % obnovy je poškozeno a pouze 33 % obnovy je bez interakce se zvěří. Nejnižší preferenci pro zvěř vykazuje modřín, u kterého je pouze 7 % poškozeno a 93 % obnovy nezaznamenalo kontakt se zvěří. Podobně na tom je smrk, kde je poškozeno pouze 11 % jedinců. Velice vyrovnaný stav poškození vykázal buk, kdy 51 % jedinců bylo poškozeno a zbylých 49 % bez poškození. Podobný trend vykázal javor klen (45 % poškozeno, 55 % bez poškození zvěří). Bříza bělokorá byla poškozena pouze z 33 %, zbylých 67 % obnovy bylo bez interakce se škodami zvěří.



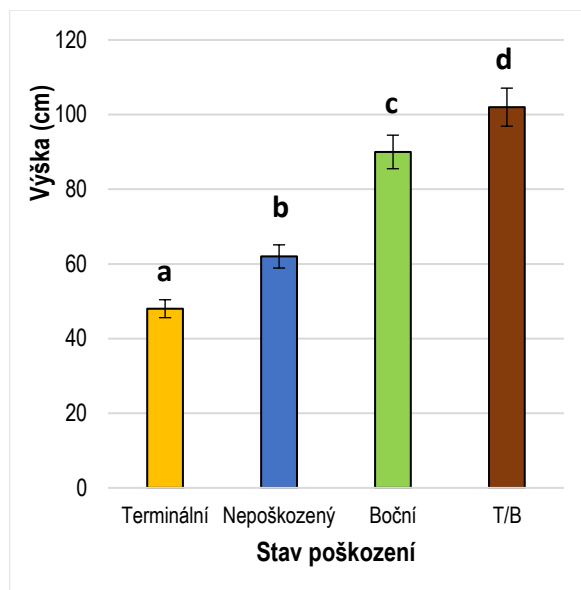
Obrázek 26: Procentuální poškození obnovy rozděleno podle dřevin na všech TVP. (autor práce)

První z grafů (*Obr. 27*) vyjadřuje vztah mezi průměrnou výškou a stavem okusu (nový, opakovaný, starý, nepoškozený). Dle grafu je názorně vidět, že škody zvěří mají signifikantní ($F_{(3, 3300)} = 24,41$, $p < 0,001$) vliv na výšku přirozené obnovy. Nejnižší průměrná výška byla zjištěna u jedinců obnovy bez poškození (62 cm), naopak jedinci poškození starým okusem dosahují nejvyšší průměrné výšky (104 cm). Signifikantní ($p < 0,05$) rozdíl nebyl zjištěn mezi průměrnou výškou jedinců nově poškozených okusem (74 cm) a opakovaně poškozovaných okusem (75 cm).

Obdobně, jako u stavu okusu, také typ okusu (terminální, boční, obojí, bez poškození) má signifikantní ($F_{(3, 3300)} = 112,65$, $p < 0,001$) vliv na přirozenou obnovu (*Obr. 28*). Nejmenší výšky (48 cm) dosahovali jedinci obnovy poškozeny terminálním okusem. Naopak jedinci obnovy poškozených jak terminálním, tak i bočním okusem dosahují průměrné výšky 102 cm, tj. 2× vyšších hodnot. U jedinců bez poškození průměrná výška je 62 cm a s bočním okusem 90 cm. Mezi všemi variantami stavu poškození byly zjištěny signifikantní rozdíly ($p < 0,05$).



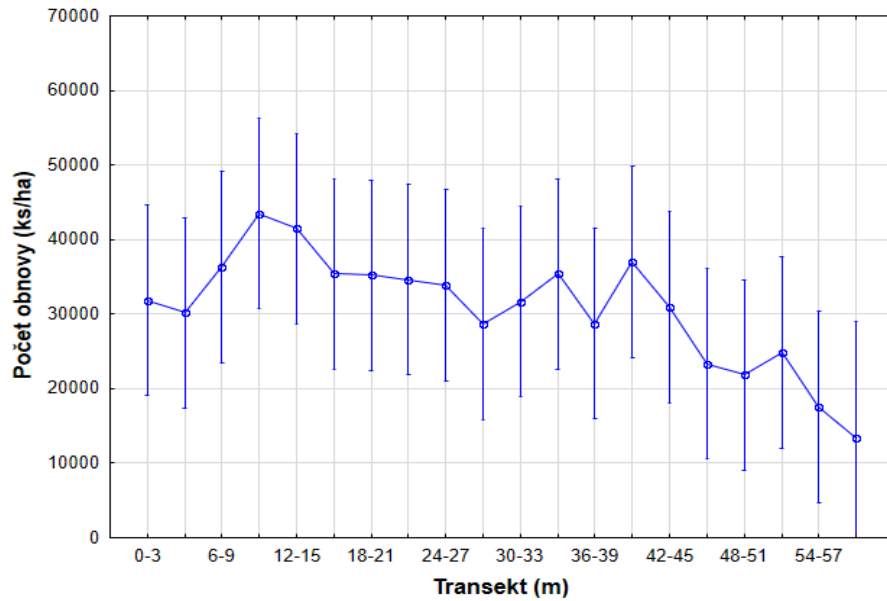
Obrázek 27: Stav okusu na všech TVP. (autor práce)



Obrázek 28: Typ okusu na všech TVP. (autor práce)

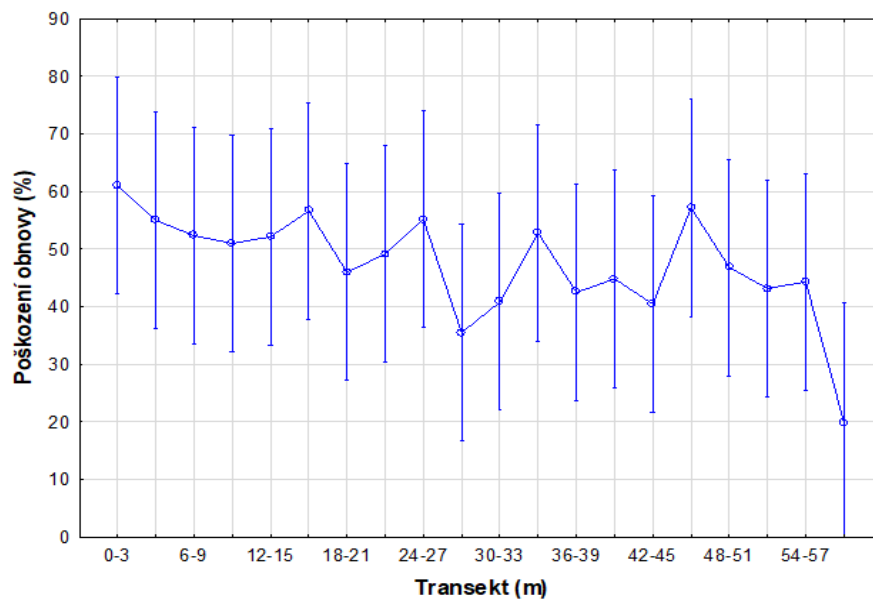
5.4 Vliv okrajového efektu

Okrajový efekt, resp. vzdálenost od porostního okraje, má signifikantní vliv početnost přirozené obnovy ($r = -0.322$; $p < 0,001$; Obr. 29). Na trvale výzkumných plochách se v první části zmlazuje velké množství buku v silném zápoji u porostního okraje. Postupem do vnitra porostu sice obnova slábne, co se počtu jedinců týče, avšak hustota zůstává dostatečně zastoupena. Nejvyšší počet přirozené obnovy se nachází ve vzdálenosti 9-12 m od porostního okraje (43 519 ks/ha) při porovnání s nejnižším počtem na posledním transektu (57-60 m) – 13 333 ks/ha, tj. 3,3× méně.



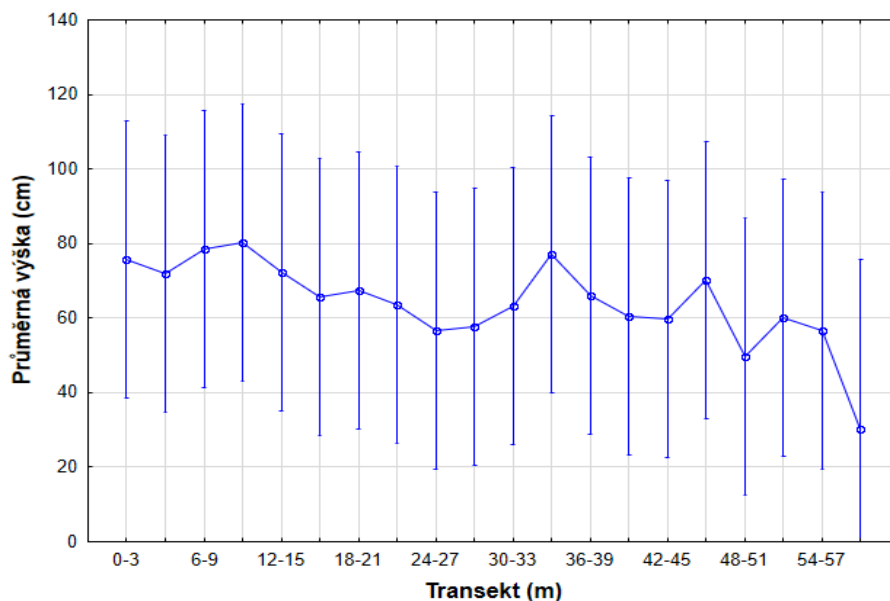
Obrázek 29: Počet přirozené obnovy na všech TVP na jednotlivých transektech; chybové úsečky znázorňují interval spolehlivosti 0,95. (autor práce)

Podobně, jako u počtu obnovy, vzdálenost od okraje porostu měla signifikantní vliv na výskyt zvěře a tím i na vliv okusu ($r = -0.207$; $p = 0,024$; Obr. 30). S rostoucí vzdáleností od okraje klesal podíl poškozených jedinců obnovy okusem. Největší poškozené okusem (61 %) bylo zjištěno na prvním transektu hraničícího se zemědělskou půdou (0-3 m), naopak více než 3×nižší škody (20 %) byly zjištěny na nejvzdálenějším transektu (57-60 m).



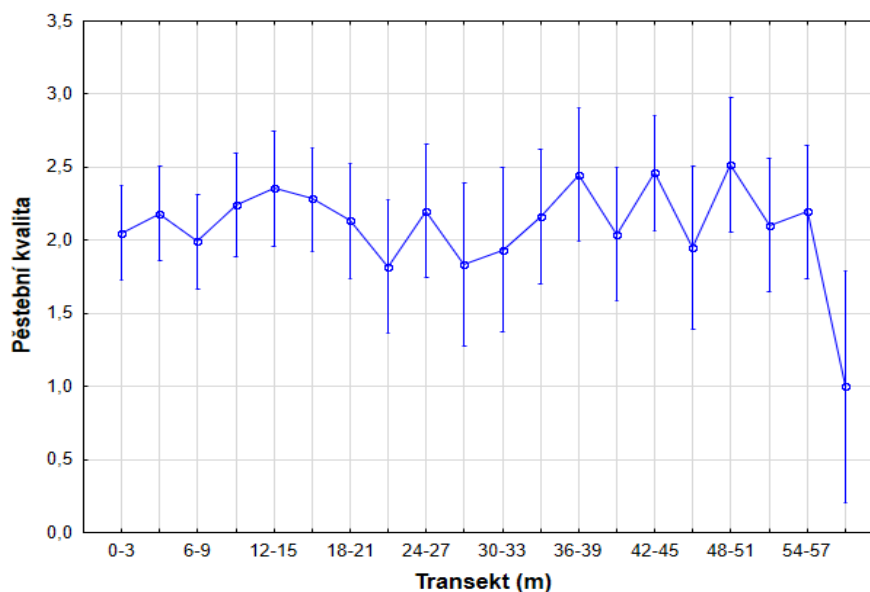
Obrázek 30: Poškození přirozené obnovy na všech TVP na jednotlivých transektech; chybové úsečky znázorňují interval spolehlivosti 0,95 (autor práce)

Obdobný klesající trend směrem do nitra porostu byl zjištěn také u průměrné výšky, avšak zde se p hodnota nacházela na hranici signifikance ($r = -0.170$; $p = 0,065$; *Obr. 31*). Nejvyšší průměrná výška (80,3 cm), jako počet obnovy, byla zjištěn na transektu ve vzdálenosti 9-12 m od okraje. Na druhou stranu, nejnižší průměrná výška byla naměřena opět na posledním transektu (50-60 m) dosahující pouze 30,3 cm.



Obrázek 31: Výška přirozené obnovy na všech TVP na jednotlivých transektech; chybové úsečky znázorňují interval spolehlivosti 0,95. (autor práce)

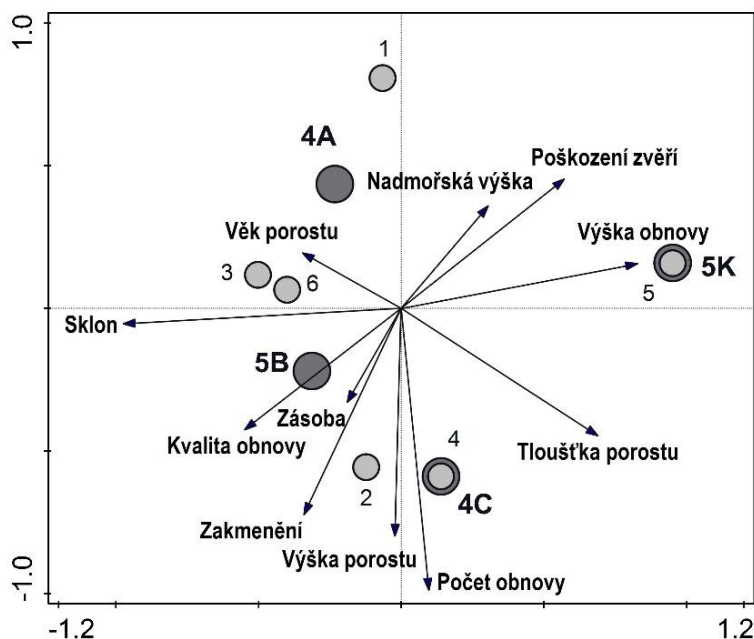
Z *Obr. 32* vyplývá, že okrajový efekt neměl žádný signifikantní vliv na pěstební kvalitu jedinců přirozené obnovy ($r = 0,027$; $p = 0,819$).



Obrázek 32: Pěstební kvalita přirozené obnovy na všech TVP na jednotlivých transektech; chybové úsečky znázorňují interval spolehlivosti 0,95. (autor práce)

5.5 Interakce mezi stromovým patrem, přirozenou obnovou a stanovištěm

Výsledky PCA vyjadřující vztah stromovým patrem, přirozenou obnovou a stanovištěm na šesti TVP nacházejících se v CHKO Broumovsko jsou prezentovány formou ordinačního diagramu na *Obr. 33*. První ordinační osa prezentuje 33,4 %, první dvě osy 61,9 % a čtyři osy dohromady vysvětlují 91,3 % variability dat. Osa x představuje počet, sklon terénu a výšku přirozené obnovy. Osa y prezentuje výšku a počet přirozené obnovy. Z diagramu vyplývá, že pravděpodobnost poškození zvěří se zvyšuje s rostoucí nadmořskou výškou a také výškou přirozené obnovy, a naopak klesá se zvyšujícím se sklonem svahu. Počet obnovy koreluje pozitivně s výškou porostu. Zásoba porostu pozitivně koreluje se zakmeněním a výškou porostu. Věk porostu a zakmenění je nejmenší vysvětlující proměnnou ve vícerozměrné analýze. Z hlediska typologie lze říci, že nejméně příznivé parametry přirozené obnovy byly zjištěny na stanovišti 4A.



Obrázek 33: Ordinační diagram zobrazující výsledky PCA závislosti mezi porostními charakteristikami (Výška, Tloušťka, Zásoba, Věk, Zakmenění), parametry přirozené obnovy (Výška, Počet, Kvalita, Poškození zvěří), stanovištními charakteristikami (Nadmořská výška, Sklon) a soubory lesních typů (4A, AC, 5B, 5K) v roce 2019; symboly ● označují jednotlivé plochy a soubory lesních typů. (autor práce)

6 Diskuze

Zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově na trvale výzkumných plochách je do značné míry podmíněno druhovým složením mateřského porostu. V zastoupení dřevin převládá buk lesní s příměsí dřevin smrk ztepilý, javor klen, modřín opadavý, jedle bělokorá a bříza bělokorá. Největší zastoupení buku v přirozené obnově je patrné na TVP 3 (94 %), což odpovídá horní etáži tvořící 80 %. Je třeba však zmínit, že v porostu bylo sníženo zakmenění a dostatek světla a prostoru zde buk využil naplno. Nejméně zastoupen je buk na TVP 1 (72 %), kde v horní etáži tvoří pouze 5 %. U ostatních TVP buk také dominuje, např. na TVP 2 dosahuje 92 % a na TVP 4 87 %. Nejpestřejší druhové složení vykazuje TVP 5. Zde se vzhledem k mateřskému porostu prosazují dřeviny jako smrk ztepilý (7 %), jedle bělokorá (4 %) a javor klen (2 %). Nejčteněji zastoupenou další dřevinou je javor klen na TVP 1 (19 %). Podobně v Polsku v Krkonošském národním parku bylo zjištěno vysoké zastoupení javoru kleny v přirozené obnově, přičemž v horní etáži výrazně dominoval buk lesní (Vacek et al. 2017).

Z hlediska hustoty zmlazení, nejvyšší počet přirozené obnovy byl zastoupen na TVP 2 dosahující 41 833 ks/ha. Naopak nejméně bylo naměřeno obnovy na TVP 1 - 11 389 ks/ha. Obdobný počet (34 040-40 420 ks/ha) přirozené obnovy v dominantních bukových porostech v Orlických horách (Vacek et al., 2014). V porovnání s lokalitami jako jsou Krkonoše, počet přirozené obnovy v bukových porostech zde byl v rozmezí 12 080-25 640 ks/ha (Vacek et al., 2017). Nižší spodní hranice přirozené obnovy byla zjištěna ve stejné zájmové oblasti CHKO Broumovska, kde byla početnost přirozené obnovy v rozmezí od 1 472 do 44 088 ks/ha (Vacek et al., 2015b). Podobnou hustotu obnovy ve smrkobukových porostech dokumentuje také Slanař et al. (2017) z Jizerských hor s počty 941-41 669 ks/ha. Naopak výrazně vyšší počty (13 880-186 462 ks/ha) udává Hájek et al. (2020) na lokalitě Kozinek, taktéž CHKO Broumovsko. Nejnižší množství bylo zjištěno ve vyšších horských polohách ve smrkobukových porostech v Orlických horách, kdy hustota zmlazení dosahovala pouze 4 584-6 360 jedinců (Kralíček et al., 2017).

Z hlediska studie výškové struktury, podrobnější rozdělení výšek přirozené obnovy jednotlivých dřevin byl stanoven interval po 20-ti cm. Průměrná výška jedinců přirozené obnovy na zájmovém území je v průměru 68 cm. Vacek et al. (2015b) uvádí vyšší průměrnou výšku obnovy v NPR Broumovské stěny diferencovaně dle mikrostanoviště (74-121 cm). Nejvyššího počtu zmlazení buku dosahovala obnova na TVP 2, 3, 6 ve výškové třídě 0-20 cm a 20-40 cm. Následně je čteně zastoupen interval 100-120 cm a 120-140 cm a to u TVP 4, 5.

Škody zvěří výrazně ovlivňují odrůstání a druhové složení přirozené obnovy na studovaném území CHKO Broumovsko. Nejsilněji je limitována škodami okusem jedle bělokorá (67 %). Naopak nejmenší poškození zaznamenal modřín (7 %). Druhou nejméně poškozenou dřevinou byl smrk, kdy 11 % jedinců obnovy zaznamenalo kontakt se zvěří. Podobně jedle bělokorá dosahovala vysokého poškození (82 %) v Orlických horách, přičemž smrk ztepilý byl nejméně preferovanou dřevinou u zvěře (22 %; Vacek et al. 2014). Buk lesní, což je cílová dřevina vykazuje vyrovnaný počet poškození okusem 45 % vs. 55 % bez interakce se zvěří. Vyšší podíl poškozených jedinců okusem u buku byl zjištěn v Orlických horách 64 % (Vacek et al., 2014). Celkově i ostatní práce z České republiky (Slanař et al., 2017; Vacek, 2017; Prokúpková et al., 2020) a zahraničí (Ammer, 1996; Motta, 2003) uvádějí preferenci vtroušených dřevin z hlediska škod zvěří, jako je jeřáb, javor a jedle, při porovnání s nízkým poškozením u smrku. Zvěř měla kromě druhového složení signifikantní vliv na výšku přirozené obnovy. Obecně se zvyšující výškou obnovy se zvyšuje pravděpodobnost poškození zvěří.

Dalším významným faktorem ovlivňující strukturu přirozené obnovy je vliv porostního okraje. Okrajový efekt, resp. vzdálenost od okraje měla signifikantní vliv na početnost přirozené obnovy, průměrnou výšku, podíl poškozených jedinců zvěří a také pěstební kvalitu. Konkrétně, nejvyšší efekt porostní okraje byl zjištěn u hustoty obnovy, kdy směrem do porostu se počty signifikantně snižovali a dosahovali až 3,3× nižších hodnot při porovnání s okrajem porostu. Podobně směrem od okraje do středu porostu se signifikantně snižoval počet jedinců poškozených zvěří. Jedinci na okraji porostu dosahovali až o 41 % vyššího podílu poškození při porovnání s nitrem porostu. Podobně signifikantní vliv porostního okraje na počty a průměrnou výšku byl zjištěn u dalších domácích dřevin, například u borovice lesní (Bílek et al., 2018).

7 Závěr

Hlavním cílem práce bylo získání poznatků o množství, kvalitě a stavu přirozené obnovy na 6 trvale výzkumných plochách na území Broumova. Na všech plochách v druhovém zastoupení převládal buk nad ostatními dřevinami (89 %). Jako další vtroušené dřeviny se na plochách vyskytovaly javor klen, jedle bělokorá, smrk ztepilý a bříza bělokorá. Ze studie vyplývá, že okrajový efekt a škody zvěří hrají významnou roli z hlediska přirozené obnovy. Porostní okraj signifikantně ovlivňoval počet jedinců obnovy a podíl poškozených jedinců, kdy oba tyto parametry výrazně klesaly směrem od okraje do nitra porostu. Z hlediska škod zvěří, nejvíce poškozovanou dřevinou zde byla jedle bělokorá (67 %), naopak nejméně byl okusem limitován modřín opadavý (7 %) a smrk ztepilý (11 %). Jedním z řešení problému škod zvěří by mohla být mechanická ochrana těchto porostů, například oplocením (zejména cenných vtroušených dřevin). Avšak tento způsob ochrany je velmi nákladný. Opatření, které se v předešlých letech osvědčilo, je budování prezimovacích obůrek. Ty prokazatelně snižují tlak zvěře na lesní porosty. Řešením by mohlo být také zlepšení potravní nabídky v daných honitbách vytvářením políček pro zvěř a celkové zvýšení úživnosti. Jako poslední doporučení je zvýšení redukce zvěře na ekologicky únosnou mez, kdy tato metoda prokazatelně snižuje škody zvěří a zlepšuje kvalitu lesních porostů.

8 Seznam použitých zdrojů

8.1 Odborné zdroje

AMMER, C. *Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps*. For. Ecol. Manag. 1996, 88, 43–53.

BARNA M. *Natural regeneration of Fagus sylvatica L.: a Review*. Austrin Journal of Forest Science, 2011. 128: 71–91.

BÍLEK, L; VACEK, Z; VACEK, S; BULUŠEK, D; LINDA, R; KRÁL, J. *Are clearcut borders an effective tool for Scots pine (Pinus sylvestris L.) natural regeneration?.* Forest systems, 2018. 27(2), 6.

BROWN, T. L; DECKER, D. J; RILEY, S. J; ENCK, J. W; LAUBER, T. B; CURTIS, P. D; MATTFELD, G. F. *The future of hunting as a mechanism to control white-tailed deer populations*. Human Dimensions Research Unit, Department of Natural Resources, Cornell University, Ithaca, NY 14853, USA. Journal article : Wildlife Society Bulletin 2000 Vol.28 No.4 pp.797-807 ref.37

BULUŠEK, D; VACEK, Z; VACEK, S., KRÁL, J; BÍLEK, L; KRÁLIČEK, 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.

BURSCHEL P; HUSS J; KALBHENN R. *Die natürliche Verjüngung der Buch*. Schriften – Reihe Forst. Fak. Un. Göttingen, 1964 Bd. 34.

CASPERSEN, J; PACALA, S. *Successional diversity and forest ecosystem function*. Ecol Res 16, 895–903., 2001. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1703.2001.00455.x>

CISLEROVÁ E. (2001): *Škody působené zvěří*. Lesnická Práce, 80(12), 1-4.

CUKOR, J; ZEIDLER, A; VACEK, Z; VACEK, S; ŠIMŮNEK, V., GALLO, J. (2020). *Comparison of growth and wood quality of Norway spruce and European larch: effect of previous land use*. European Journal of Forest Research, 139(3), 459-472.

ČERNÝ A. (1989): *Parazitické dřevokazné houby*. SZN, Praha, 99 s. České republice. Praha : www.infodatasys.cz, 2018.

DUDA M. (1995): *Obnova lesa, výchova a ochrana porostů*. IVV MZe ČR, ÚLH, Benešov.

ELLENBERG, H; LEUSCHNER, C. (1996): *Vegetation mitteleuropas mit den alpen*. Ulmer, Stuttgart.

GEßLER, A; KEITEL, C; KREUZWIESER, J; MATYSSEK, R; SELIER, W; RENNENBERG, H. (2006). *Potential risks for European beech (Fagus sylvatica L.) in a changing climate*. Trees, 21(1), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s00468-006-0107-x>

HÁJEK, V; VACEK, Z; VACEK, S; BÍLEK, L; PRAUSOVÁ, R; LINDA, R; KRÁLÍČEK, I. (2020). *Changes in diversity of protected scree and herb-rich beech forest ecosystems over 55 years*. Central European Forestry Journal, 66(4), 202-217.

CHAKRABORTY, T; SAHA, S; REIF, A. *Biomass equations for European beech growing on dry sites*. [autor knihy. místo neznámé : iForest, 2016.

JANÍK, R; BUBLINEC, E; DUBOVÁ, M. *Sulphate concentration and S-SO₄ 2 – flux in soil solutions in the West Carpathians Mountains on an example of submontane beech forest stand*. Zvolen : Institute of Forest Ecology, Slovak Academy of Sciences, Zvolen, Slovak Republic, Institute of Biology and Ecology, Faculty of Education, Catholic University at Ružomberok, Slovak Republic, 2012.

JARČUŠKA, B. (2009): *Growth, survival, density, biomass partitioning and morphological adaptations of natural regeneration in Fagus sylvatica*. A review. Dendrobiology, 61: 3–11.

JAWORSKI, A. (1997): *Karpackie lasy o charakterze pierwotnym i ich znaczenie w kształtowaniu proekologicznego modelu gospodarki leśnej w górach*. Sylwan, 141: 33–49.

KANTOR P. (1989): Meliorační účinky porostů náhradních dřevin. Lesnictví, 35: 12: 1047–1066.

KORPEL', Š. (1991): Pestovanie lesa. Bratislava, Príroda: 465.

KRÁLÍČEK, I; VACEK, Z; VACEK, S; REMEŠ, J; BULUŠEK, D; KRÁL, J; ŠTEFÁNČÍK, I; PUTALOVÁ, T. (2017): *Dynamics and structure of mountain autochthonous spruce-beech forests: impact of hilltop phenomenon, air pollutants and climate*. místo neznámé: Dendrobiology, vol 77.

KUPKA, I; SKRZISZOWSKI, M. (2006): *Root system development and structure of European beech plants (Fagus sylvatica L.)*

MATĚJKA, Karel. Pralesy, přirozenost lesů a jejich dynamika - jaká je situace v České republice. <https://www.infodatasys.cz/>

MOTTA, R. (2003) *Ungulate impact on rowan (Sorbus aucuparia L.) and Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) height structure in mountain forests in the eastern Italian Alps*. For. Ecol. Manag. 181, 139–150.

MZe (2020): Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2019. Ministerstvo zemědělství, Praha, 128 s.

NIGRE, F; COLIN, F. (2007): *Frost damage on the terminal shoot as a risk factor of fork incidence on common beech (Fagus sylvatica L.)*. Annals of Forest Science, 64(1): 79.86.

O.HARA, K. L; LATHAM, P. A; HESSBURG, P; SMITH, B.G. (1996): *A structural classification for inland Northwest forest vegetation. Western Journal of Applied Forestry*, 11(3): 97.102.

PEŘINA, Vladimír; KADLUS, Z; JIRKOVSKÝ, V. Přírozená obnova lesních porostů. Praha : Orbis, 1964. SZN.

PICKETT S. T; WHITE P. S. (Eds.). (2013): *The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Elsevier.*

PODLASKI R. (2004): A development cycle of the forest with fir (*Abies alba* Mill.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) in its species composition in the Świętokrzyski National Park. *Forest Ecology and Management.*, 50: 55–66.

PODRÁZSKÝ, V. Základy ekologie lesa. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2014. 978-80-213-2515-9.

POLENO, Z; VACEK, S a kol, Pěstování lesů 3 - Praktické postupy. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-97154-34-2.

POLENO, Z; VACEK, S a kol. (2007), Pěstování lesů 2. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, ISBN 978-80-87154-09-0.

POLENO, Z; VACEK, S a kol: (2007), Pěstování lesů 1. Pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, ISBN 978-80-87154-99-1.

PRETZSCH H. (2009): *Forest Dynamics, Growth and Yield. Springer Berlin Heidelberg.* 617 p.

PROCHÁZKOVÁ Z. (2009): *Quality, and fungus contamination, of European beech (Fagus sylvatica) beechnuts collected from the forest floor and from nets spread on the floor*. Zprávy lesnického výzkumu, 54(3): 205-212.

PROKŮPKOVÁ, A; VACEK, Z; VACEK, S; BLAŽEJOVÁ, J; SCHWARZ, O., BULUŠEK, D. (2020). *Dynamika přirozené obnovy horských lesů po větrné kalamitě: modelová studie pro Krkonoše*. Zprávy lesnického výzkumu, 65(2), 72-81.

PUKACKA S; RATAJZAK E. (2007): *Age-related biochemical changes during storage of beech (Fagus sylvatica L.) seeds*. Seed Science Research, 17(1): 45-53. doi:10.1017/S0960258507629432

ROONEY P, T; WALLER, M, D. *Direct and indirect effects of white-tailed deer in forest ecosystems, Forest Ecology and Management*, Volume 181, Issues 1–2, 2003, Pages 165-176, ISSN 0378-1127, [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00130-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00130-0).

SAINT-ANDRIEUX, CH; BONEFANT, CH; TORGO, C; BASILLE FRANC, M,K. *Factors affecting beech Fagus sylvatica bark stripping by red deer Cervus elaphus in a mixed forest. Nordic Board for Wildlife Research*. [Online] Wildlife Biology. <https://doi.org/10.2981/07-100>.

SEDMÁNKOVÁ, D; KÝPEŤOVÁ, M; SANIGA, M; PITTNER, J; VENCURIK, J; KUCBEL, S; JALOVÍAR, P. *Deer game, a key factor affecting population of European yew in beech forests of the Velká Fatra Mts, Slovakia*. vol 45, Zvolen : Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Technical University in Zvolen, 2018, Sv. 1. doi: 10.2478/foecol-2018-0001.

SLANAŘ, J; VACEK, Z; VACEK, S; BULUŠEK, D; CUKOR, J; ŠTEFANČÍK, I; KRÁL, J. (2017). *Long-term transformation of submontane spruce-beech forests in the Jizerské hory Mts.: dynamics of natural regeneration*. Central European Forestry Journal, 63(4), 213-225.

SWIHART, R, K; CONOVER, M, R. *Reducing Deer Damage to Yews and Apple Trees: Testing Big Game Repellents Wildlife Society Bulletin* (1973-2006), vol. 18, no. 2, 1990, pp. 156–162. JSTOR, www.jstor.org/stable/3782130. Accessed 22 Mar. 2021.

ŠAMONIL P; VRŠKA T. (2007): *Trends and cyclical changes in natural fir-beech Forests at the north-western edge of the Carpathians*. *Folia Geobotanica*, 42(4): 337-361. <https://doi.org/10.1007/BF02861699>

ŠIMŮNEK, V; VACEK, Z; VACEK, S. (2020). *Solar Cycles in Salvage Logging: National Data from the Czech Republic Confirm Significant Correlation*. *Forests*, 11(9), 973.

ŠIŠÁK L. (2011): *Forest visitors' opinions on the importance of forest operations, forest functions and sources of their financing*. *J. For. Sci.*, 57: 266-270.

TAKATSUKI, S. *Effects of sika deer on vegetation in Japan: A review*, *Biological Conservation*, Volume 142, Issue 9, 2009, Pages 1922-1929, ISSN 0006-3207, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.011>.

TOTH, D; MAITAH, M; MAITAH, K; JAROLÍNOVÁ, V. (2020). *The impacts of calamity logging on the development of spruce wood prices in czech forestry*. *Forests*, 11(3), 283

UHLÍŘOVÁ, H; KAPITOLA, P: (2004). *Poškození lesních dřevin. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce*. ISBN 80-863-8656-2.

ÚRADNÍČEK, L; MADĚRA, P a kol; *Dřeviny České republiky*. Písek: Matice lesnická, 2001. ISBN 80-86271-09-9.

VACEK, S; VACEK, Z; SCHWARZ O. et al. (2009): *Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o.: 288.

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.: 720.

VACEK, S; LOKVENC, T; SOUČEK J. (1995) Přírozená obnova lesních porostů. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací,

VACEK, S. Věková struktura autochtonní smrčiny v Krkonoších. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 1981. 213-228.

VACEK, S; VACEK, Z; KALOUSKOVÁ, I; CUKOR, J; BÍLEK, L; MOSER, W. K; REHACEK, D. (2018). *Sycamore maple (Acer pseudoplatanus L.) stands on former agricultural land in the Sudetes-evaluation of ecological value and production potential.* Dendrobiology. 79: 61-76.

VACEK, S; ČERNÝ, T; VACEK. Z; PODRRÁZSKÝ, V; MIKESKA, M; KRÁLÍČEK, I. *Long-term changes in vegetation and site conditions in beech and spruce forests of lower mountain ranges of Central Europe,* Forest Ecology and Management, Volume, 398,2017,Pages 75-90, ISSN 0378-1127, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.05.001>.

VACEK, S; MALÍK, V; KAŠÍKOVÁ, V. (2004) Biotechnické metody přiblížení kulturních forem lesa přírodě blízkému stavu ve ZCHÚ. Praha : VaV,

VACEK, S; MOUCHA P; BÍLEK, L (2012) Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 978-80-7212-588-3.

VACEK, S; REMEŠ J; VACEK, Z; BÍLEK, L; ŠTEFANČÍK, I; BALÁŠ, M; PODRÁZSKÝ, V. Pěstování lesů. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2018. ISBN-978-80-213-2891-4.

VACEK, S; SIMON, J; MINX, T; PODRÁZSKÝ, V; BALCAR, Z. (2007): *Struktura a vývoj lesních ekosystémů v Krkonoších*. – In: Štursa J. & Knapik R. (eds), *Geoekologické problémy Krkonoš*. Sborn. Mez. Věd. Konf., říjen 2006, Svoboda n. Úpou. Opera Corcontica, 44/2: 453–462.

VACEK, Z. (2017). *Structure and dynamics of spruce-beech-fir forests in Nature Reserves of the Orlické hory Mts. in relation to ungulate game*. Central European Forestry Journal, 63(1), 23-34.

VACEK, Z; BULUŠEK, D; VACEK, S; HEJCMANOVÁ, P; REMEŠ, J; BÍLEK, L; ŠTEFANČÍK, I. (2017). *Effect of microrelief and vegetation cover on natural regeneration in European beech forests in Krkonoše national parks (Czech Republic, Poland)*. Austrian Journal of Forest Science, 134(1), 75-96.

VACEK, Z; VACEK, S; BÍLEK, L; REMEŠ, J; ŠTEFANČÍK, I. (2015a). *Changes in horizontal structure of natural beech forests on an altitudinal gradient in the Sudetes*. Dendrobiology, 73:33-45

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*. Forests, 5(11), 2929-2946.

VACEK, Z; VACEK, S; PODRÁZSKÝ, V; BÍLEK, L; ŠTEFANČÍK, I; MOSER, W. K; KRÁLÍČEK, I. (2015b). *Effect of tree layer and microsite on the variability of natural regeneration in autochthonous beech forests*. Polish Journal of Ecology, 63(2), 233-246.

VACEK, Z; VACEK, S; PROKÚPKOVÁ, A; BULUŠEK, D; PODRÁZSKÝ, V; HŮNOVÝ, I; KRÁL, J. (2020). *Long-term effect of climate and air pollution on health status and growth of Picea abies (L.) Karst. peaty forests in the Black Triangle region*. Dendrobiology, 83, 1-19.

ZÝKA, V; ČERNÝ, K; STRNADOVÁ, V; ZAHRADNÍK, D; HRABĚTOVÁ, M; HAVRDOVÁ, L; ROMPORTL, D (2018): *Predikce poškození porostů smrku pichlavého kloubnatkou smrkovou v Krušných horách*: specializovaná mapa s odborným obsahem = Modeling of Gemmamyces bud blight impact on Colorado blue spruce in the Ore Mts. : specialized map with expert content. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, veřejná výzkumná instituce.

8.2 Internetové zdroje

<http://broumovsko.ochranaprirody.cz/ochrana-prirody/>.