

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Vliv okrajového efektu na přirozenou obnovu bukových porostů
v CHKO Český kras**

Bakalářská práce

Autor: Jan Vodička

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

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Mgr. Jan Vodička

Lesnictví

Ekonomika a řízení lesního hospodářství

Název práce

Vliv okrajového efektu na přirozenou obnovu bukových porostů v CHKO Český kras

Název anglicky

Impact of Edge Effect on Natural Regeneration of Beech Forest Stands in PLA Bohemian Karst

Cíle práce

Získat poznatky o struktuře a diverzitě přirozené obnovy v bukových (*Fagus sylvatica* L.) porostech v CHKO Český kras s akcentem na vliv porostního okraje.

Metodika

- Rozbor problematiky přírodě blízkých způsobů pěstování lesů, škod zvěří a zejména struktury a dynamiky přirozené obnovy bukových porostů, a to s důrazem na stanoviště acidofilních a květnatých bučin v Evropě se zaměřením na porosty v CHKO Český kras (termín říjen 2021).
- Charakteristika zájmové oblasti CHKO Český kras a zejména pak stanovištních a porostních poměrů vybraných lokalit (termín listopad 2021).
- Charakteristika vybraných výzkumných ploch v bukových porostech v CHKO Český kras (termín listopad 2021).
- Standardní biometrická měření jedinců přirozené obnovy a hodnocení vlivu okrajového efektu na jednotlivých transektech s akcentem na strukturu, diverzitu, pěstební kvalitu a škody zvěří (termín prosinec 2021).
- Aplikace standardních biometrických a matematicko-statistických metod (termín leden 2022).
- Vyhodnocení přirozené obnovy a vlivu okrajového efektu na jednotlivých výzkumných plochách v bukových porostech v CHKO Český kras (termín únor 2022).
- Využití získaných poznatků o spontánní přirozené obnově v bukových porostech v CHKO Český kras pro tvorbu přírodě blízkého pěstebního managementu v obdobných stanovištních a porostních poměrech, a to zejména pro řízenou přirozenou obnovu buku lesního (termín březen 2022).

Doporučený rozsah práce

Minimálně 30 stran textu.

Klíčová slova

buk lesní, obnova lesa, struktura porostů, biodiverzita, přírodě blízké hospodaření

Doporučené zdroje informací

- Barna, M., Bosela, M. (2015): Tree species diversity change in natural regeneration of a beech forest under different management. *Forest Ecology and Management*, 342: 93-102.
- Madsen, P., Larsen, J. B. (1997): Natural regeneration of beech (*Fagus sylvatica* L.) with respect to canopy density, soil moisture and soil carbon content. *Forest Ecology and Management*, 97: 95-105.
- 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, 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: 23-34.
- Wagner, S., Collet, C., Madsen, P., Nakashizuka, T., Nyland, R. D., Sagheb-Talebi, K. (2010): Beech regeneration research: from ecological to silvicultural aspects. *Forest Ecology and Management*, 259: 2172-2182.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Konzultant

Ing. Václav Šimůnek

Elektronicky schváleno dne 18. 1. 2021

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 2. 2021

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 14. 03. 2023

1906

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Vliv okrajového efektu na přirozenou obnovu bukových porostů v CHKO Český kras“ vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Kladně dne:

Podpis autora:

Poděkování

Rád bych poděkoval především vedoucímu mé diplomové práce Ing. Zdeňku Vackovi, Ph.D. za veškerý čas a cenné rady, které mi věnoval během přípravy a zpracování mé práce.

Veliké poděkování patří též mé rodině za všechnu podporu a pochopení při studiu a vypracovávání této práce.

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je získat poznatky o struktuře a diverzitě přirozené obnovy v bukových (*Fagus sylvatica* L.) porostech v CHKO Český kras s akcentem na vliv porostního okraje. Za tím účelem byly stanoveny 4 zkusné plochy, každá o velikosti 3 x 60 m v CHKO Český kras. Na každé zkusné ploše byla zjišťována přirozená obnova dřevin, její druhová a výšková struktura, dále pěstební kvalita, vzdálenost od porostního okraje, stáří a typ okusu zvěří. Získaná data byla zpracována v programu Microsoft Excel a statisticky vyhodnocena v softwaru Statistica 13 a CANOCO 5. Z výsledků vyplynulo, že na všech zkusných plochách byla nejvíce zastoupena přirozená obnova buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) s celkovým průměrným zastoupením 60%, následovaný obnovou dalších dřevin, zejména javorů (*Acer campestre* L. a *Acer platanoides* L.). Počet jedinců přirozené obnovy buku po přepočtu na hektar se pohyboval v rozmezí 24500-36700 ks/ha. Průměrná výška veškeré obnovy činila 50 cm. Poškození zvěří okusem bylo zjištěno v průměru na 81% jedinců obnovy. Nejvíce poškozen byl javor babyka (94%), javor mléč (89%) a buk (83%). Nejčastějším typem okusu byl okus kombinovaný (boční i terminální). Největší výskyt ohledně stáří okusu byl zaznamenán u okusu opakovaného. Okrajový efekt měl signifikantní vliv ($p < 0,001$) na počty přirozené obnovy, škody okusem a pěstební kvalitu, na druhou stranu nebyl prokázán signifikantní vliv na průměrnou výšku obnovy ($p = 0,086$). Škody okusem a kvalita obnovy byly nejhorší na okraji porostu a směrem do vnitra porostu docházelo k jejich zlepšování. Z výsledků vyplývá, že pro tvorbu přírodě blízkého pěstebního managementu v obdobných stanovištních a porostních poměrech je možno doporučit pokračování současného stavu péče o porost, kdy přirozená obnova je zastoupena v dostatečné míře. Avšak z důvodů vysokého výskytu poškození zvěří lze doporučit redukci stavů spárkaté zvěře pro dané území na únosnou mez, aby nadále nedocházelo k poškozování obnovy, případně ochranu obnovy do doby, než k redukci zvěře dojde.

klíčová slova: buk lesní, obnova lesa, struktura porostů, biodiverzita, přírodě blízké hospodaření

ABSTRACT

The goal of this bachelor's thesis is to gain knowledge about the structure and diversity of natural regeneration in beech (*Fagus sylvatica* L.) stands in the Český kras PLA with an emphasis on the influence of the forest edge. For this purpose, 4 research plots were established, each 3 x 60 m in size in the Český kras PLA. In each plot, the natural regeneration of trees, their species and height structure, as well as cultivation quality, distance from the vegetation edge, age and type of animal bite were determined. The obtained data was evaluated in Microsoft Excel and statistically in software Statistica 13 and CANOCO 5. The results showed that the natural regeneration of forest beech (*Fagus sylvatica* L.) was the most represented in all research plots with a total average representation of 60%, followed by the regeneration of other tree species, especially maples (*Acer campestre* L. and *Acer platanoides* L.). The number of individuals of natural regeneration of beech after conversion per hectare was in the range of 24500-36700 pcs/ha. The average height of all regeneration was 50 cm. Animal damage by browsing was found on average in 81% of regeneration. The most damaged species was *Acer campestre* L. (94%), *Acer platanoides* L. (89%) and *Fagus sylvatica* L. (83%). The most common type of bite was a combined bite (both lateral and terminal). The highest occurrence regarding the age of the bite was recorded as the repeated bite. The edge effect had a significant influence ($p < 0,001$) on the number of regeneration, damage by bite and regeneration quality, a significant influence on average height of the regeneration wasn't proven ($p = 0,086$). Damage by browsing and quality were worst in the beginning of the plots, becoming better deeper into them. The results show that for the creation of close-to-nature forest management in similar habitats and vegetation conditions, it is possible to recommend the continuation of the current vegetation care, when natural regeneration is represented to a sufficient extent. However, due to the high occurrence of animal damage, it is possible to recommend the reduction of ungulates to the carrying limit for the given area, so that there is no further damage to the regeneration, or the protection of the regeneration until such a reduction of the animals occurs.

key words: forest beech, forest regeneration, forest structure, biodiversity, close to nature silviculture

OBSAH

1. ÚVOD.....	15
2. CÍLE PRÁCE.....	17
3. ROZBOR PROBLEMATIKY.....	18
3.1 Struktura a vývoj lesa.....	18
3.1.1 Struktura druhová.....	18
3.1.2 Struktura věková.....	18
3.1.3 Struktura prostorová.....	19
3.1.3.1 Horizontální struktura.....	19
3.1.3.2 Vertikální struktura.....	20
3.1.4 Vývojové cykly lesa	20
3.1.4.1 Vývoj lesa obecně.....	21
3.1.4.2 Velký cyklus.....	21
3.1.4.3 Malý cyklus.....	22
3.2 Obnova lesa	23
3.2.1 Specifikace obnovy.....	23
3.2.2 Porovnání jednotlivých metod obnovy.....	25
3.2.2.1 Přirozená obnova.....	25
3.2.2.2 Umělá obnova.....	28
3.2.2.3 Kombinovaná obnova.....	29
3.3 Charakteristika zájmových dřevin	29
3.3.1 Buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	29
3.3.2 Javor babyka (<i>Acer campestre</i> L.) a javor mléč (<i>Acer platanoides</i> L.).....	32
3.3.3 Jasan ztepilý (<i>Fraxinus excelsior</i> L.).....	33
3.3.4 Lípa malolistá (<i>Tilia cordata</i> Mill.).....	33
3.3.5 Habr obecný (<i>Carpinus betulus</i> L.)	34
3.4 Škody zvěří	34
3.4.1 Okus.....	35
3.4.2 Ohryz a loupání.....	36
3.4.3 Ochrana proti zvěři	36
3.4.3.1 Biologická ochrana	37
3.4.3.2 Mechanická ochrana	37
3.4.3.3 Chemická ochrana	37
4. MATERIÁL A METODIKA.....	39
4.1. Charakteristika zájmového území.....	39
4.1.1. Přírodní lesní oblast 8 – Křivoklátsko a Český kras.....	39
4.1.1.1. Geomorfologické, pedologické a hydrografické poměry.....	39
4.1.1.2. Klimatické poměry.....	40
4.1.1.3. Lesní poměry.....	41
4.1.2. CHKO Český kras.....	42
4.1.3. Výzkumné plochy.....	44
4.1.3.1. Výzkumná plocha 1.....	46
4.1.3.2. Výzkumná plocha 2.....	47
4.1.3.3. Výzkumná plocha 3.....	49
4.1.3.4. Výzkumná plocha 4.....	50
4.2. Sběr dat.....	52
4.3. Analýza dat.....	55
5. VÝSLEDKY.....	56

5.1. Druhové složení a hustota přirozené obnovy.....	56
5.2 Výšková struktura obnovy.....	58
5.3. Škody zvěří.....	63
5.4. Vliv okrajového efektu.....	69
5.5. Interakce mezi přirozenou obnovou, škodami zvěří a okrajovým efektem.....	76
6. DISKUSE.....	78
7. ZÁVĚR.....	81
8. Seznam literatury a použitých zdrojů	82

SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

Tabulky:

- Tab. 1.: Lesní vegetační stupně v PLO 8 (OPRL 2022)
- Tab. 2: Přehled charakteristik Jedinec s pěstební kvalitou 2. (foto: autor práce)
Přehled charakteristik všech ploch. (autor práce)
- Tab. 3: Počty obnovy ks/ha dle druhů a výškových stupňů na ploše č. 1 (autor práce)
- Tab. 4: Počty obnovy ks/ha dle druhů a výškových stupňů na ploše č. 2 (autor práce)
- Tab. 5: Počty obnovy ks/ha dle druhů a výškových stupňů na ploše č. 3 (autor práce)
- Tab. 6: Počty obnovy ks/ha dle druhů a výškových stupňů na ploše č. 4 (autor práce)

Obrázky:

- Obr. 1: Velký a malý vývojový cyklus (Vacek et al. 2018)
- Obr. 2: Rozšíření buku v Evropě
- Obr. 3: Mapa PLO 8 (Oblastní plán rozvoje lesů PLO 8 – Křivoklátsko a Český kras 2022)
- Obr. 4: Mapa Chráněná krajinná oblast Český kras
- Obr. 5: Příklad pěstební kvality 1 (foto: autor práce)
- Obr. 6: Příklad pěstební kvality 2 (foto: autor práce)
- Obr. 7: Příklad pěstební kvality 3 (foto: autor práce)
- Obr. 8: Příklad pěstební kvality 4 (foto: autor práce)
- Obr. 9: Přehledová mapa lokalit (zdroj: <https://mapy.cz> – měřítko 1:20000)
- Obr. 10: Pohled na plochu č. 1 (foto: autor práce)
- Obr. 11: Pohled na transekt 17 (foto: autor práce)

- Obr. 12: Pohled na plochu č. 2 (foto: autor práce)
- Obr. 13: Pohled na transekt 10 (foto: autor práce)
- Obr. 14: Pohled na plochu č. 3 (foto: autor práce)
- Obr. 15: Pohled na transekt 17 (foto: autor práce)
- Obr. 16: Pohled na plochu č. 4 (foto: autor práce)
- Obr. 17: Pohled na transekt 19 (foto: autor práce)
- Obr. 18: Procentuální zastoupení a počty ks/ha druhové obnovy na ploše č. 1 (autor práce)
- Obr. 19: Procentuální zastoupení a počty ks/ha druhové obnovy na ploše č. 2 (autor práce)
- Obr. 20: Procentuální zastoupení a počty ks/ha druhové obnovy na ploše č. 3 (autor práce)
- Obr. 21: Procentuální zastoupení a počty ks/ha druhové obnovy na ploše č. 4 (autor práce)
- Obr. 22: Výšková struktura druhů obnovy na ploše č. 1 (autor práce)
- Obr. 23: Výšková struktura druhů obnovy na ploše č. 2 (autor práce)
- Obr. 24: Výšková struktura druhů obnovy na ploše č. 3 (autor práce)
- Obr. 25: Výšková struktura druhů obnovy na ploše č. 4 (autor práce)
- Obr. 26: Počty poškozených jedinců/ha na všech plochách (autor práce)
- Obr. 27: Procentuální poškození druhů dřevin okusem (autor práce)
- Obr. 28: Procentuální zastoupení typů okusu (autor práce)
- Obr. 29: Procentuální zastoupení stáří okusu (autor práce)
- Obr. 30: Procentuální zastoupení kvalit (autor práce)
- Obr. 31: Vztah kvality a typu okusu (autor práce)
- Obr. 32: Vztah kvality a stáří okusu (autor práce)
- Obr. 33: Průměrná výška obnovy dle stáří okusu (autor práce)
- Obr. 34: Průměrná výška obnovy dle typu okusu (autor práce)
- Obr. 35: Průměrná výška obnovy ve vzdálenosti od okraje porostu na ploše č. 1 (autor práce)
- Obr. 36: Průměrná výška obnovy ve vzdálenosti od okraje porostu na ploše č. 2 (autor práce)
- Obr. 37: Průměrná výška obnovy ve vzdálenosti od okraje porostu na ploše č. 3 (autor práce)
- Obr. 38: Průměrná výška obnovy ve vzdálenosti od okraje porostu na ploše č.

4 (autor práce)

- Obr. 39: Průměrná výška obnovy ve vzdálenosti od okraje porostu na všech plochách (autor práce)
- Obr. 40: Souhrn počtu jedinců/ha ve vzdálenosti od okraje porostu na všech plochách (autor práce)
- Obr. 41: Korelace mezi průměrnou výškou přirozené obnovy a vzdáleností od okraje porostu (autor práce)
- Obr. 42: Korelace mezi počtem přirozené obnovy a vzdáleností od okraje porostu (autor práce)
- Obr. 43: Korelace mezi škody okusem u přirozené obnovy a vzdáleností od okraje porostu (autor práce)
- Obr. 44: Korelace mezi pěstební kvalitou přirozené obnovy a vzdáleností od okraje porostu (autor práce)
- Obr. 45: Ordinační diagram znázorňující výsledky PCA analýzy vztahů mezi průměrnou výškou přirozené obnovy, hustotou přirozené obnovy, pěstební kvalitou, škodami okusem a vzdáleností od okraje porostu. Symboly ● znázorňují jednotlivé transekty v rámci ploch (autor práce)

SEZNAM ZKRATEK

MZe	Ministerstvo zemědělství
LHP	lesní hospodářský plán
LVS	lesní vegetační stupeň
OPRL	oblastní plán rozvoje lesů PLO 8 – Křivoklátsko a Český kras 2022
PLO	přírodní lesní oblast
CHKO	chráněná krajinná oblast
SLT	soubor lesních typů
VP	výzkumná plocha
ČR	Česká republika

1. ÚVOD

Přirozená obnova dřevin a její správné využití při obnově lesa je jedním z nejdůležitějších nástrojů v přírodě blízkém lesním managementu. Mezi největší výhody přirozené obnovy patří zachování původních a alochtonních druhů dřevin a vhodných vlastností mateřského porostu, přizpůsobení obnovy mikrostanovištním poměrům, kterého nelze dosáhnout jiným způsobem, a menší finanční náročnost oproti obnově umělé (Vacek et al. 2018). Přirozenou obnovou tak dochází k obnově takových druhů a jedinců, kteří jsou přirozeně nejlépe adaptováni na konkrétní podmínky daného stanoviště. To se odráží v druhové a výškové struktuře obnovy. Vzhledem k probíhajícím a očekávaným klimatickým změnám v dalších desetiletích, zejména zvyšování průměrné roční teploty, bude využití přirozené obnovy nabývat na ještě větší důležitosti, neboť umožňuje obnovu porostů přizpůsobených lokálním podmínkám, a tím pádem odolnějším a stabilnějším.

Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) představuje ideální dřevinu pro přirozenou obnovu ve Střední Evropě, kde měl historicky vysoké zastoupení. Buk se dobře adaptuje na všechny druhy půd (kromě přemokřených či výrazně suchých). Jeho obnova výborně snáší zástin (semenáčky přežívají i při 3-5% intenzitě osvětlení - Jarčuška 2009). Je tolerantní k působení imisí a větrů. Z těchto důvodů je buk dominantní dřevinou a množství jeho obnovy převyšuje ostatní dřeviny, což dokáže i následující práce.

Přirozená obnova je v našich lesích nejvíce poškozována lesní zvěří, zejména srnčí zvěří. Za poslední desetiletí došlo k velikému nárůstu jejich počtů (Inventarizace škod zvěří 2011). Škody způsobené ohryzem, okusem a loupáním mají veliký vliv na množství a růst, zdraví a kvalitu jedinců přirozené obnovy. Z toho důvodu je nutná co nejpodrobnější znalost škod způsobených zvěří, aby bylo možné navrhnout a pokusit se realizovat potřebná ochranná opatření.

Zkoumání struktury přirozené obnovy a škod zvěří v rámci okrajového

efektu, tj. oblasti přechodu dvou odlišných prostředí, je pak důležité z hlediska dobré přístupnosti právě takové okrajové obnovy zvěří v rámci jejího pohybu porosty. Tak bude možné ochránit právě i okrajovou obnovu vhodnými postupy a opatřeními.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem práce bylo získat poznatky o struktuře a diverzitě přirozené obnovy v bukových (*Fagus sylvatica* L.) porostech v CHKO Český kras s akcentem na vliv porostního okraje.

Za tím účelem byly vybrány celkem 4 zkusné plochy, 2 v lokalitě Doutnáč, 2 nad obcí Srbsko. Výběr ploch proběhl s ohledem na dostatečné zastoupení mateřského bukového porostu a existenci přirozené obnovy. Každá zkusná plocha o velikosti 3x 60 m byla zaměřena kolmo do porostu, s počátkem cca 1 m od okraje porostu, a rozdělena na 20 transektů o velikosti 3x3 m.

V každém transektu byli druhově určeni a výškově změřeni všichni jedinci přirozené obnovy. U každého jedince bylo určeno stáří a typ okusu zvěří a u jedinců nad 100cm výšky i kvalita. Získané údaje poté byly analyticky zpracovány v programu Microsoft Excel a v softwaru Statistica 13 (TIBCO 2017) a CANOCO 5 (Šmilauer, Lepš 2014).

Hlavním cílem bylo v první řadě určení druhové a výškové struktury přirozené obnovy. Vliv okrajového efektu byl posouzen výškou a počtem přirozené obnovy ve vztahu k vzdálenosti od okraje. Škody zvěří byly určeny dle stáří a typu okusu na přirozené obnově a její kvalitou.

Zjištěné výsledky z lokalit v CHKO Český kras byly následně porovnány s obdobnými lokalitami v jiných částech České republiky a v zahraničí. Dílčím cílem bylo navrhnout opatření pro lesnickou praxi z hlediska minimalizace škod zvěří a optimalizace pěstebního managementu pro zachování přirozené obnovy.

3. ROZBOR PROBLEMATIKY

3.1 Struktura a vývoj lesa

Popis struktury lesních ekosystémů vychází z jednotlivých obecných charakteristik, které jsou přiřazeny jednotlivým složkám těchto ekosystémů. Základní strukturální charakteristiky představují složení druhové, věkové a prostorové, případně i genetické (Vacek et al. 2018).

3.1.1 Struktura druhová

Druhová skladba porostu je posuzována ze tří úrovní: druhová bohatost, druhová vyrovnanost a druhová různorodost. Druhová bohatost vyjadřuje počet dřevin v daném porostu (Margalef 1958). Druhová vyrovnanost vyjadřuje relativní zastoupení (vyrovnanost) jednotlivých dřevin v porostu (Hill 1973). Druhová různorodost zahrnuje jak druhovou bohatost, tak i vyrovnanost (Simpson 1949).

Druhová struktura porostu obecně je výčet druhů dřevin a jejich zastoupení v porostu (Vacek et al. 2018). Výskyt druhů dřevin v daném porostu závisí na řadě faktorů, jakými jsou např. půdní složení, vlhkost a teplota, množství světla, výskyt zvěře atd. Obecné dělení z hlediska druhové struktury představuje dělení na porosty listnaté, jehličnaté a smíšené. Jednotlivé dřeviny v druhové struktuře pak mohou být zastoupeny jako dřeviny hlavní (více jak 30% dřeviny v celém porostu), dřeviny přimíšené (10-30%) a vmíšené (méně než 10%). Podle rozmístění dřevin v prostoru smíšených lesů rozlišujeme míšení jednotlivé, řadové, pásové, hloučkovité, skupinové, ostrůvkovité nebo plošné (Korpel' 1991).

3.1.2 Struktura věková

Věková struktura lesních porostů je popisována pomocí věkových stupňů a tříd (Korpel' 1991). Nejobecnějším způsobem dělení je dělení na porosty stejnověké a různověké. Stejnověké porosty vznikají působením vnějších vlivů, kdy dojde vlivem lidské činnosti nebo např. přírodní katastrofy ke vzniku nového, stejně starého porostu na celé ploše porostu. Různověké porosty jsou naopak typické pro nerušený, přirozený vývoj lesních porostů. Z věkové struktury porostu lze proto dobře určit jeho dosavadní vývoj a předpovědět jeho další vývoj při zachování stávajících podmínek, nebo případně změněných lesním hospodařením (Vacek et al. 2007).

3.1.3 Struktura prostorová

Základní dělení struktury prostorové lesních porostů je dělení ve směru horizontálním a vertikálním. Spojením těchto jednotlivých struktur získáváme porostní profily (Poleno et al. 2009).

3.1.3.1 Horizontální struktura

Při stanovení horizontální struktury se sleduje hustota porostu, zakmenění a zápoj. Tyto skutečnosti jsou nejvíce ovlivněny způsobem vzniku porostu (umělým založením nebo přirozeně) a způsobem redukce počtu stromů (přirozeným úbytem nebo výchovnými a těžebními zásahy) (Poleno et al. 2009).

Zápoj představuje vzájemný dotyk a prolínání korun stromů v korunové vrstvě porostu. Podle rozmístění stromů a dotyku jejich korun rozlišujeme čtyři druhy zápoje:

- horizontální (koruny jsou v jedné vrstvě)
- stupňovitý (koruny vytvářejí několik vrstev)
- diagonální (plynulý přechod výšek jednotlivých stromů)
- vertikální (výšky stromů jsou různé) (Vacek et al. 2018)

Podle míry těsnosti dotyku korun se rozlišují stupně závoje:

- stísněný (vzájemné prolínání a deformace korun)
- dokonalý (koruny se dotýkají a ovlivňují)
- uvolněný (koruny se nedotýkají, ale ovlivňují)
- volný (koruny se nedotýkají, neovlivňují, ale korunová vrstva bez mezer)
- přerušovaný (mezery mezi korunami o velikosti 1, max 2 průměrné koruny)
- mezernatý (mezery o velikosti 3 a více průměrné koruny)

(Korpel' 1991).

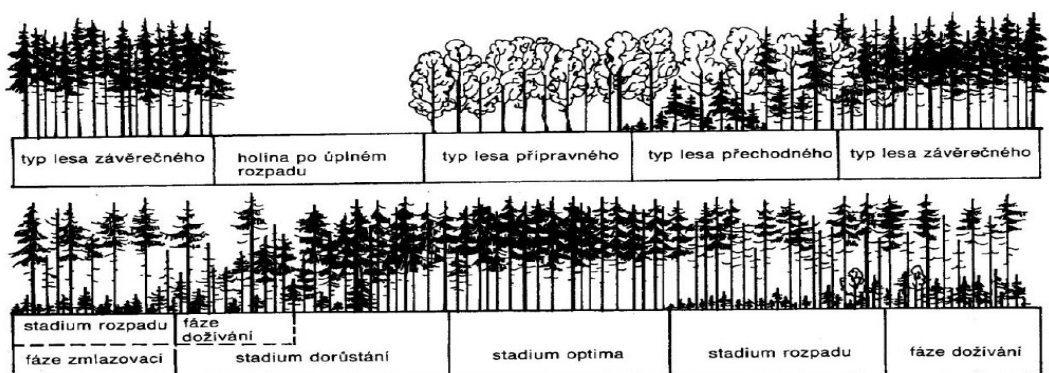
3.1.3.2 Vertikální struktura

Při popisu vertikální struktury je základní charakteristikou existence porostních pater, v rámci těchto pater porostních vrstev a v rámci těchto vrstev porostních etáží a úrovní (Vacek et al. 2020).

V rámci porostního patra stromového se porostní vrstvy stanovují vždy podle jedné třetiny výšky porostu. Porostními etážemi se rozumí výraznější výškový odstup dvou nebo více dílčích souborů stromů v růstovém porostu. Porostní úrovní se rozumí hloubkou úzce vymezená, výškově značně vyrovnaná část korunového prostoru, ve které se nacházejí stromy s korunami osvětlenými přímým slunečním světlem (Vacek et al. 2020).

Vertikální struktura je nejvíce ovlivňována strukturou věkovou. Vhodnými zásahy lesního hospodáře ji však lze přiměřeně upravit (Vacek et al. 2020c).

3.1.4 Vývojové cykly lesa



Obr. 1: Velký a malý vývojový cyklus (Vacek et al. 2018)

3.1.4.1 Vývoj lesa obecně

Lesní ekosystémy procházejí v průběhu času cyklickými změnami, při nichž dochází ke změně vertikální i horizontální struktury. Tyto cyklické změny nazýváme vývojové cykly lesa. Základní dělení těchto cyklů tvoří rozdělení na velký a malý vývojový cyklus podle Korpel' 1991.

Pochopení těchto vývojových cyklů a co nejpřesnější určení, v jaké fázi vývoje se lesní porost nachází, je základním předpokladem pro přírodě blízké obhospodařování lesů (Korpel' 1991, Vacek et al. 2007, Vacek et al. 2015) a pro jejich správné produkční využití. Toto určení musí vždy vycházet z ekologicky podložených a dostatečně ověřených poznatků o struktuře a vývoji přírodních a přírodě blízkých lesů (Vacek et al. 2018).

3.1.4.2 Velký cyklus

Velký vývojový cyklus je charakterizován sekundární sukcesí probíhající na větších plochách lesa v řádu hektarů a v časovém období desetiletí (Vacek et al. 2018).

Na začátku tohoto cyklu je tak půda zbavena lesního porostu v důsledku události nemající původ v přirozeném vývoji lesa. Takovou událostí může být např. požár, větrná kalamita, imise či likvidační výskyt škůdců.

Na takto uvolněné půdě následně dochází k růstu převážně krátkověkých, ale rychle rostoucích a zejména světlomilných dřevin (topol, jeřáb, břiza, olše, borovice, vrba). Tyto tzv. pionýrské dřeviny postupně vytvoří přípravný les (Poleno et al. 2009).

V jejich zastínění postupně dochází k růstu dřevin pomaleji rostoucích, ale dlouhověkých a snášejších stín (jedle, buk, smrk a javor), které tvoří tzv. klimaxové dřeviny. Ve chvíli, kdy lesní porost obsahuje pionýrské i klimaxové dřeviny, zpravidla rozdělené do více etází, označujeme ho jako les přechodný (Vacek et al. 2016).

Konečným stádiem velkého vývojového cyklu je les závěrečný - klimaxový. V něm převažují dlouhověké klimaxové dřeviny, když dřeviny pionýrské vymizely z důvodu stínění dřevinami klimaxovými (Vacek et al. 2020).

3.1.4.3 Malý cyklus

Malý vývojový cyklus probíhá na malých plochách a v časovém období staletí (Vacek et al. 2018). Představuje změny lesních porostů v klimaxové fázi (viz výše).

Počáteční fází malého vývojového cyklu se nazývá stadium rozpadu. V této fázi dochází k odumírání jednotlivých stromů či skupin stromů vlivem věku nebo vnějšího zásahu. V důsledku takto vzniklých mezer v zápoji korunové vrstvy dochází ke zvýšení dopadu slunečního světla a srážek na povrch a začíná tak přirozená obnova lesa v těchto částech lesního porostu (Vacek et al. 2016).

Na stadium rozpadu plynule navazuje stadium dorůstání. Rychle dorůstá nová generace dřevin a současně je dokončován rozpad starších dřevin z předchozí fáze cyklu. V lese převažují v tomto stádiu spodní a střední etáže z hlediska vertikální struktury a z hlediska horizontální struktury převažuje vertikální a stupňovitý zápoj (Vacek et al. 2015).

Posledním stádiem malého vývojového cyklu je stadium optima. Z

důvodu dosažení maximální výšky dřevin dochází postupem času k výškovému vyrovnání porostu a jeho prořidnutí přirozenou autoredukci. V porostu převládají stromy nejvyšších tloušťkových tříd. Jakmile začne jejich odumírání, cyklus se vrací zpět na začátek do stádia rozpadu (Vacek et al. 2016).

V rámci jednotlivých stádií malého vývojového cyklu ještě někteří autoři rozlišují podrobnější dělení jednotlivých etap, např. fáze obnovy, stárnutí a dožívání (Korpel 1991).

Co se týče malého vývojového cyklu buku, který je předmětem práce, přírodní a přírodě blízké bukové porosty v ČR se vyznačují relativně krátkou dobou tohoto cyklu trvající 220 až 260 let. Vesměs se jedná o různověké porosty s 2 až 3 vrstevnou výstavbou. Po roce 1986 se u nich výrazně zvýšila kvantita a kvalita semenné produkce, což posiluje přirozenou obnovu (Vacek et al. 2016, Mráček 1989).

3.2 Obnova lesa

3.2.1 Specifikace obnovy

Obnovou lesa se rozumí celek pěstebních opatření, na základě kterých dochází k nahrazení stávajícího, většinou dospělého lesa, novou generací lesních dřevin. Základním cílem obnovy je trvale udržitelný management přírodě blízkého lesa, tj. dosažení vyváženosti mezi možnou optimální produkcí obnovovaného porostu a zdárným vývojem následného porostu při minimalizaci nákladů na jeho založení (Vacek et al. 2007).

Obnova je lesním zákonem (§ 2 písm. d)) definována jako součást hospodaření v lese. Současně lesní zákon v § 31 ukládá vlastníkovi lesa povinnost obnovovat lesní porosty stanovištně vhodnými dřevinami a vychovávat je včas a soustavně tak, aby se zlepšoval jejich stav, jejich odolnost a plnění funkcí lesa. Obnova tak lesa tak představuje jednu ze základních povinností každého vlastníka lesa.

Způsoby obnovy lesních porostů v zásadě odpovídají způsobům hospodářským definovaným vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 298/2018 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. Těmito hospodářskými způsoby jsou způsoby:

1. podrovní – obnova probíhá pod ochranou přilehlého porostu
2. násečný – obnova probíhá na souvislé ploše, jejíž šíře nepřekročí výšku těžného porostu
3. holosečný - obnova probíhá na souvislé ploše, jejíž šíře překročí výšku těžného porostu
4. výběrný – obnova není časově a prostorově rozlišena a probíhá výběrem jednotlivých stromů

(Vacek et al. 2020)

Základní dělení obnovy podle způsobů hospodářských lze uvést následující:

a) celoplošná obnova (nebo velké části):

- holou sečí, kdy se na velké ploše vykácejí všechny stromy (s limity danými lesním zákonem § 31 odst. 2),
- clonnou sečí, kdy se na velké ploše vybírají stromy k těžbě postupně, zpravidla rovnoměrně po celé ploše;

b) maloplošná obnova, která probíhá na četných malých ploškách v porostu, které se postupně rozšiřují, až dojde k jejich splynutí:

- holou sečí (kotlíkovou, pruhovou),
- clonnou sečí,
- násekem (pruhová seč spojující holosečný a clonný postup);

c) nepravidelný výběr jednotlivých stromů:

- výběrnou sečí (výběrný les s nepřetržitou dobou obnovní),
- pomísně skupinovité clonným způsobem (s uplatňováním výběrného principu s dlouhou obnovní dobou – kolem poloviny doby obmýti) (Poleno et al. 2009, Vacek et al. 2018).

Jednotlivé způsoby lze mezi sebou kombinovat. Praxe dovodila celou řadu kombinovaných obnovních způsobů, které se zpravidla nazývají po autorech nebo propagátorech těchto způsobů (např. Gayerova skupinově clonná seč, Bavorská kombinovaná seč, Wagnerova clonně okrajová těžba atd.) (Poleno et al. 2009).

Další stěžejní dělení způsobů obnovy představuje dělení na způsoby obnovy pasečné a výběrné (bezpasečné). Pasečná obnova je charakterizována hospodařením v lesním porostu na určité ploše (Vacek et al. 2018). Tento systém představoval základní způsob lesního hospodaření od jeho počátku. V současnosti je však preferována obnova výběrová, kdy objektem hospodaření je strom nebo skupina stromů. Tento způsob prokazatelně vede k lepšímu produkční schopnosti stanoviště (Ferkel 2021).

Neméně důležitým dělením způsobů obnovy je dělení podle způsobu získávání obnovního materiálu na obnovu přirozenou, umělou a kombinovanou (Vacek et al. 2020, Vacek et al. 2012).

3.2.2 Porovnání jednotlivých metod obnovy

3.2.2.1 Přirozená obnova

Přirozenou obnovou rozumíme obnovu lesních porostů ze semen či výmladků mateřského porostu. Je závislá na celé řadě faktorů, z nichž nejdůležitější jsou:

- dostupnost vhodného semene v obnovovaném porostu (případně vhodných dřevin pro výmladkový způsob obnovy)

Z důvodu dostupnosti semena je nejvhodnějším hospodářským způsobem pro přirozenou obnovu způsob podrostní, který zahrnuje clonnou a výběrovou seč. I v případě holoseče lze zajistit dostatek semena buď ponecháním výstavků, nebo dostatečným zastoupením semenných dřevin na okrajích holoseče (Vacek et al. 2018).

- vhodný stav půdy

Vhodný stav půdy pro klíčení semene lze docílit biologickou přípravou půdy, zejména pak těžbou dřeva, která sníží zápoj porostu. Naopak větší hustota mateřského porostu má na obnovu negativní vliv (Pena et al. 2010). Zmenšením zápoje dojde k prosvětlení půdy a většímu množství srážek na ni spadlých. Používá se též příprava půdního povrchu (např. odstranění travin, velké vrstvy humusu, v nichž semena přes zimu hynou, odstranění vrstvy mechu – Vacek 2010), nebo naopak zahrnutí semen minerální půdou jako ochrana před vysycháním a ptactvem.

Nejvhodnějším půdním typem pro přirozenou obnovu je půda v edafické kategorii K – kyselá. Ta představuje nejrozšířenější půdní typ lesních stanovišť v ČR (Vacek et al. 2020). Nejvhodnějšími podmínkami pro přirozenou obnovu je absence přzemní bylinné vegetace, pouze spadané listí (Vacek et al. 2017c). Naopak existence buřeně, zejména travin (např. *Calamagrostis*), má negativní vliv na odrůstání přirozené obnovy, kterou utlačují. Významný vliv na její zdárný vývoj má také mikrorelief (Štícha et al. 2010).

Konkrétně u buku je pak důležité, aby příprava půda proběhla ještě před opadem bukvic, které se pak zapracují do půdy (Korpeľ 1991).

- vhodné klimatické podmínky

Porostní mikroklimat a průběh povětrnosti v období od opadu semen po vzejití semenáčků mají zásadní vliv na jejich přežití. Vhodné klimatické podmínky jsou logicky hospodářskými zásahy málo ovlivnitelné.

Přirozená obnova nejlépe probíhá v chladných oblastech, a to zejména ve středních a vyšších polohách, kde se vyskytuje i více srážek (Vacek et al. 2020).

- výskyt semenného roku

Zásahem lesního hospodáře nejméně ovlivnitelný faktor. Semenný rok je ovlivněn zejména klimatickými faktory, ale i znečištěním ovzduší (v minulosti zejména vysokými koncentracemi SO₂). V horní hranici lesa je pak generativní způsob rozmnožování nahrazen hřížením (Vacek, Hejzman 2012).

Všechny předpoklady se přitom ve větší či menší míře musí sejít najednou (Korpel' 1991). Je proto logické, že takové příznivé podmínky pro přirozenou obnovu nastávají pouze jedenkrát za několik let.

Výhody přirozené obnovy:

- uchování populací, které se na stanovišti osvědčily. Pokud dřevina na daném stanovišti prospívá, svědčí to o vhodnosti stanoviště, i když dřevina není na stanovišti původní.
- přizpůsobení obnovy mikrostanovištním poměrům. Tuto adaptabilitu nelze docílit jinak.
- zachování genetické diverzity populací.
- možnost získávání semenáčků a jejich nerušený vývoj na přirozených lokalitách
- možnost výběrového způsobu při péči o mlaziny
- menší finanční náročnost
- menší škody zvěří při velikém počtu semenáčků

(Vacek et al. 2018, Vacek et al. 2015b)

Nevýhody přirozené obnovy:

- obnova stanovištně nevhodných dřevin (např. invazních, případně nevhodných z hlediska cílové a žádoucí dřeviny v prostoru)
- závislost na semenných rocích. Pouze některé druhy dřevin mají pravidelnou úrodu semen každý rok (javory, břzy, lípy, habry a olše), případně každý druhý až třetí rok (modřín, borovice). U buku se uvádí periodičita semenných roků 10-12 let (Vacek et al. 2020). V posledních 30 letech se však periodičita významně

zvýšila až na cca 2 roky (Övergaard 2007, Vacek et al. 2009). Pro dobrou produkci semen buku je potřeba 2 po sobě následujících roků s příznivými podmínkami a třetí rok letní sucho (Wagner 2010). Teplý červenec by měl zajistit hojné kvetení buku v dalším kalendářním roce (Övergaard 2007). Ostatní dřeviny mají delší časové intervaly.

- nerovnoměrnost hustoty obnovy v prostoru.
- obnova probíhá převážně z dřevin mateřského porostu, což je nevýhodné u monokultur. I v těchto se však přirozeně vyskytují jiné druhy dřevin, zejména díky náletu a působením zvěře (Vacek et al. 2009).
- vhodný počátek obnovy. Ohledně začátku přirozené obnovy jsou rozlišovány 3 fáze: fáze předčasná (ještě nenastaly příznivé podmínky), fáze optimální, fáze promeškaná (podmínky již zanikly) (Vacek et al. 2016).

3.2.2.2 Umělá obnova

Umělá obnova je používána v místech, kde nelze k plné obnově použít obnovu přirozenou. Taková situace může nastat např. pokud podmínky stanoviště neumožňují přirozenou obnovu, druhová struktura porostu neumožní dosáhnout požadovaného druhového složení, případně dojde ke zničení dosavadní obnovy. Umělou obnovou dochází ke vzniku lesních porostů druhově nebo geneticky odlišných od porostů původních. (Vacek et al. 2017).

Pro úspěch umělé obnovy je nezbytné správně zvolit vhodnou dřevinu podle ekologických podmínek stanoviště a správně připravit půdu pro dobré uchycení obnovy. Podstatný je též původ semen nebo sazenic. V ČR problematiku upravuje zák. č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin, v platném znění, a dále prováděcí vyhlášky k tomuto zákonu vydané Ministerstvem zemědělství.

Výhodou umělé obnovy je rovnoměrnost rozmístění nově zakládáných porostů, s níž pak souvisí snazší údržba, péče o porost i jeho smýcení. Umělou obnovou lze obnovit dřeviny, které se v mateřském porostu nevyskytují nebo

vyskytují omezeně. Není také vázána na existenci semenných let (Vacek et al. 2007).

Nevýhodou takových porostů je zejména stejnověkost výsledných porostů, jejich věková i výšková homogenita. Vzhledem k nižšímu počtu použitých sazenic dochází také k větším škodám zvěří, kterým tak musí být předcházeno. Náklady na ochranu umělé obnovy spolu s náklady na její pořízení, dopravu a usazení představují výraznou nevýhodu oproti obnově přirozené (Poleno et al. 2009).

3.2.2.3 Kombinovaná obnova

Kombinovanou obnovou se rozumí obnova probíhající částečně přirozeně, částečně uměle, přičemž jejich kombinací dochází k částečné eliminaci nevýhod jednotlivých metod. Je používána v lokalitách, kde plná obnova přirozenou formou není možná. Pro její správné využití je nezbytná správná analýza všech vstupních parametrů, tj. zejména ekologické nároky obnovovaných dřevin, podmínky stanoviště, dostupnost vhodné umělé obnovy, náklady s ní spojené, dostupnost pracovních sil, ustanovení lesního zákona a prováděcích vyhlášek atd. (Vacek et al. 2018).

3.3 Charakteristika zájmových dřevin

Na zkoumaných lokalitách v rámci práce byly zjištěny následující druhy dřevin:

3.3.1 Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.)

Buk lesní je typickou dřevinou oceánického a suboceánického klimatu. V ČR je současná druhová skladba buku 9,3 %, avšak přirozená skladba je 40,2 % a doporučená 22,5 % (MZe 2021). Buk se přirozeně vyskytuje v ČR ve

většinu vegetačních stupňů kromě nejsušších oblastí 1. LVS. Jeho výskyt pak končí v 7. LVS. Jedná se o dřevinu dominantní, s velikou kompetenční schopností vůči ostatním dřevinám (Barna 2015).

Buk je citlivý na sucho a současně i na přemokřenou půdu. Jeho optimem jsou minerálně bohaté a humózní půdy, přiměřeně vlhké, od pahorkatin do hor (Vacek et al. 2020), vyhýbá se jen nepropustným jílovitým půdám, bažinám a suchým písčitým půdám (Mráček 1989, Podrázský, Remeš 2006).

Jedná se o stinnou dřevinu, která snáší i trvalý zástin. Výzkumy prokázaly, že semenáčky buku přežívají i při 3 % až 5 % osvětlení (Jarčuška 2009). Naopak přílišné těžební zásahy a z nich vyplývající menší zápoj, zejména v rané fázi obnovy, vedou k nižšímu rozsahu obnovy (Barna 2015). Přiměřené pěstební zásahy v rané fázi obnovy vedoucí k vytvoření příznivých podmínek jsou proto mnohem podstatnější pro příznivou obnovu než následné výchovné zásahy (Madsen 1997, Dobrovolný et al. 2012). Nejpříznivějšími podmínkami pro obnovu buku je střední hladina difuzního světla (tj. prostřední intenzita těžebních zásahů – Barna 2008), nižší úroveň přímého slunečního světla a minimální rozsah bylinné vegetace (Bílek et al. 2014). Těchto vhodných podmínek lze dosáhnout i díky dobré reakci korun bukových porostů na změny světelných podmínek a z ní vyplývajícího růstu korun. Proto i odstranění jednoho dospělého jedince vytvoří dostatečnou mezeru v zápoji, v níž nastávají příznivé podmínky pro obnovu. Bukové porosty mají z tohoto důvodu velice různorodou vertikální strukturu (Vacek et al. 2014, Stiers et al. 2019).

Buk je poměrně tolerantní k působení imisí (Vacek et al. 2007, Králíček et al. 2017). Z toho důvodu je i používán ke stabilizaci porostů v pásmech ohrožených imisemi. Stejně tak buk je považován za dřevinu odolnou vůči větru (Mráček 1989), čehož je opět využíváno při stabilizaci porostů.

Z výše uvedených důvodů má buk velké předpoklady pro obnovu přirozenou a v tomto ohledu představuje nejdůležitější dřevinu ve střední Evropě (Barna 2011, Bílek et al. 2009). Systémy přirozené obnovy buku jsou v Evropě kultivovány již od 18. století (Bílek et al. 2016, Peters 1992).

Jeho plodem jsou trojboké nažky s tvrdou skořápkou, asi 1 cm veliké – bukvice. Vzhledem ke své váze a velikosti se bukvice nerozptylují do velké vzdálenosti, největší výskyt přirozené obnovy se proto nachází do 20 metrů od mateřského stromu, ve vzdálenosti nad 40 metrů je téměř nulový (Dobrovolný 2013).

Množství semenáčků většinou neodpovídá množství bukvic na zem spadlých. Zimní období a přežití bukvic včetně přežití prvních týdnů po začátku klíčení jsou nejkritičtější okamžiky pro obnovu (Poleno et al. 2009). Vzhledem k náchylnosti na pozdní sucho nebo mrazy dochází k velkému úmrtí semen. Na vině je i zvěř, která zničí buď ještě bukvice, nebo již i semenáčky. Negativně se projevuje zejména škoda okusem (Fuchs et al. 2021).

Špatný stav půdy, zejména velké množství travin, bylin a buřeně, znemožní bukvicím dosažení klíčivého substrátu a nedojde k vyklíčení. Proto příprava půdy, zejména odkrytí na minerální vrstvu, je pro obnovu buku nezbytná (Poleno et al. 2009). Půdu lze připravovat mechanicky, případně chemicky za použití herbicidů, v chudších podmínkách i přihnojováním (Mráček 1989).

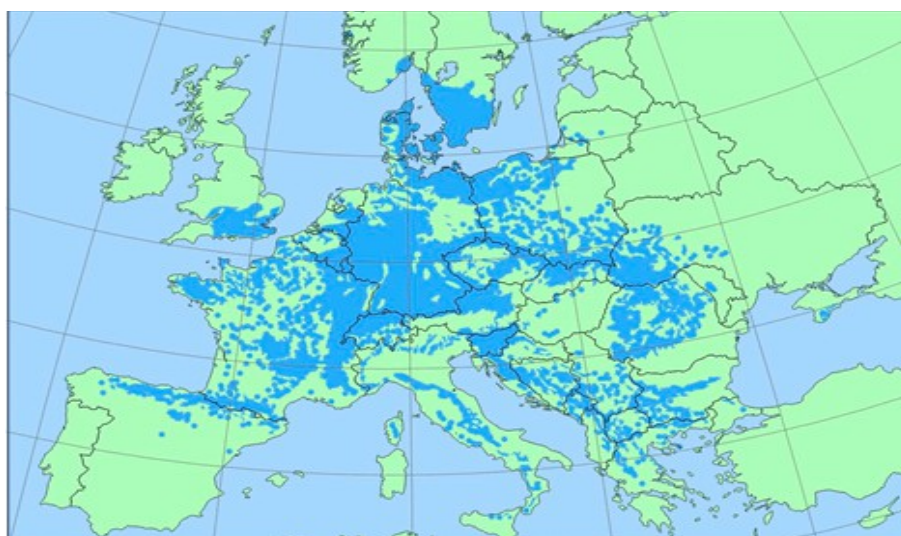
Naopak umělá obnova buku je velmi finančně nákladná a nejistá.

Jelikož buk je hlavním tématem práce, je třeba zmínit i odhady adaptace buku na klimatické změny. Ačkoliv buk má dobré předpoklady pro genetickou adaptaci na měnící se podmínky prostředí a je očekáváno, že ani v případě oteplení o 1-2 stupně Celsia nedojde ke změně v produkci, v případě většího zvyšování roční teploty a úbytku srážek bude docházet k rozšíření areálu pěstování směrem k vyšším polohám (Vacek et al. 2007).

Buk byl v několika studiích označen za citlivý zejména na sucho (Hackett-Pain et al. 2016). Výzkumy a simulace budoucího vývoje dalších autorů předpokládají rozhodující vliv rostoucích teplot na budoucí rozšíření a oblast výskytu buku, když bude docházet k posunu jeho výskytu na sever a do vyšších poloh (Martinez del Castillo 2022). V případě předpokládaného nárůstu průměrných teplot ve Střední Evropě o 2 stupně Celsia v příštích 40ti letech ani vzrůstající objem CO₂ v ovzduší nevyváží negativní dopady na růst bukových

porostů (Gesler et al. 2006).

Vlivem rostoucí teploty a souvisejícího sucha bude také docházet k menšímu výskytu půdních bakterií, které váží dusík, a v důsledku toho k nižšímu obsahu dusíku v půdě a následně v těle buku. Pokusy byl prokázán menší vzrůst buku již po jednom roce takových zhoršených podmínek (Dannenmann et al. 2016). Stejní autoři pak odhadují pokles výskytu buku na vápencových půdách v roce 2080 o celých 78 %.



Obr. 2: Rozšíření buku v Evropě (https://www.researchgate.net/figure/Natural-original-distribution-of-the-European-beech-Fagus-sylvatica-EUFORGEN-2009_fig3_350783763)

3.3.2 Javor babyka (*Acer campestre* L.) a javor mléč (*Acer platanoides* L.)

Typickým vertikálním stupněm výskytu javoru mléče je planární až kolinní stupeň, zatímco babyka se více vyskytuje v nížinách. Současné zastoupení javorů v ČR činí 1,6 %, přirozená skladba je 0,7 % a doporučená skladba 1,9 % (MZe 2021). Plodem javoru je křídlatá dvojnažka.

Javory jsou náročné na půdu, ta musí obsahovat dostatečné množství živin. Mléč vyžaduje větší množství půdní vlhkosti, zatímco babyka snáší i sušší půdy. Javory patří mezi dřeviny průměrné co se týče požadavků na světlo. V

mládí však snášejí i větší zastínění (Poleno et al. 2009).

Z těchto důvodů se javory velice dobře obnovují přirozeně. Tvoří proto důležitou součást listnatých smíšených porostů. Rostou nejčastěji ve směsi s bukem, dubem, jasanem i lípou (Vacek et al. 2018), což přesně odpovídá poměrům zjištěným na stanovištích – viz dále. V mládí poměrně rychle rostou a přibývá jim dřevní hmota. Teprve postupem času jejich přírůsty omezují dospívající buky a další dřeviny v jejich bezprostředním okolí. Javory by proto měly být těženy dříve než právě buk (Vacek et al. 2018).

3.3.3 Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior* L.)

Jasan ztepilý se v ČR vyskytuje ve stupni planárním, kolinním i submontánním. Současná skladba v ČR je 1,3 %, přirozená 0,6 % a doporučená 1,4 % (MZe 2021). Plodem jasanu je křídlatá nažka.

Stejně jako u javoru se jedná o typickou dřevinu smíšených listnatých lesů. V mládí velice dobře snáší zástin, avšak jeho nároky na světlo se rychle zvyšují. Postupem doby proto dochází k významné autoredukci a ve stádiu tyčovin již porosty vysloveně řidnou (Vacek et al. 2018).

Přirozená obnova u jasanu velice dobře probíhá. Má částečně i charakter pionýrské dřeviny, když v mládí dobře snáší i podmínky na holinách. Problematické je však pro jeho přirozenou obnovu silné zabuřnění půdy. Přirozená obnova je také silně redukována zvěří, zejména okusem (Konopka 2015). Stejně tak je problematická jeho výrazná dominance v porostu, která může vést až k vytlačení dubu i buku z prostoru. Navíc v posledních letech je jasan v ČR silně ničen houbou *Chalara fraxinea* (Vacek et al. 2009, Vacek et al. 2017b). Z toho důvodu je jeho pěstování omezováno.

3.3.4 Lípa malolistá (*Tilia cordata* Mill.)

Lípa velkolistá je v ČR typickou součástí listnatých smíšených lesů, kde

však vždy tvoří pouze příměs. Současná skladba v ČR je 2,8 %, přirozená 0,8 % a doporučená 1,5 % (MZe 2021). Plodem lípy je jednopouzdrý kulovitý oříšek. Často se kříží s lípou velkolistou (*T. platyphyllos*), vzniklý kříženec se nazývá lípa obecná (*T. x vulgaris*, *T. europaea*).

Dobře snáší zastínění, proto se typicky nachází ve spodních patrech smíšených porostů, často i jen v křovité formě. Vyžaduje dostatečně vlhkou půdu, přiměřeně výživnou. V případě výskytu na suťových podkladech je nutná vyšší vzdušná vlhkost (Vacek et al. 2018). Má velký hospodářský význam ať už pro měkké a dobře zpracovatelné dřevo, nebo pro její květy obsahující celou řadu chemických látek využitelných jako léčiva. (Hejný, Slavík 1992).

3.3.5 Habr obecný (*Carpinus betulus* L.)

Habr obecný v ČR roste ve smíšených lesích v nadmořských výškách 200-700 m.n.m, v 1. až 4. LVS. Současná skladba v ČR je 1,4 %, přirozená 1,6 % a doporučená 1,1 % (MZe 2021). Plodem habru je zploštělý oříšek.

Habr dobře snáší zastínění. Roste na hlinitých a humózních půdách, snáší i kamenité a skeletovité. Dobře odolný proti mrazu a suchu, naopak nesnáší zamokření. Dřevo je velmi tvrdé, mechanicky pevné, s velkou výhřevností. Je využíván i v zahradnictví pro svoji velkou odolnost proti řezu (Hejný, Slavík 1990).

3.4 Škody zvěří

Přirozená obnova lesních porostů je nejvíce poškozována lesní zvěří, a to zejména zvěří spárkatou. Její stavy poslední desetiletí neustále rostou (Inventarizace škod zvěří 2011, Turek 2022), což způsobuje de facto nemožnost přirozené obnovy v řadě lokalit. Škody způsobené zvěří dosahují 7 miliard Kč ročně (!), navíc je nutné připočítat náklady na nadbytečnou péči o porosty a finančně nevyčísitelné snížení biodiverzity a stability lesních porostů (Turek 2022).

Buk patří mezi dřeviny, u nichž škody způsobené zvěří vedou k největším ztrátám na přirozené obnově a menšímu vzrůstu (Vacek et al. 2014, Hájek et al. 2020). Je však nutno podotknout, že vzhledem k výraznému nárůstu množství přirozené obnovy (např. na pokusných plochách v Jizerských horách byl za posledních 36 let zjištěn 53% nárůst přirozené obnovy buku – Slanař et al. 2017) celkově škody dosahují nižších celkových čísel než dříve.

Náhrady za škody způsobené zvěří řeší vyhl. č. 55/99 Sb. v platném znění, o způsobu výpočtu výše újmy a škody způsobené na lesích. Mezi nejčastější poškození dřevin zvěří patří okus, ohryz a loupání (Vacek 2017, Cukor et al. 2019). Kromě těchto typů poškození jsou dřeviny také poškozovány vytloukáním paroží zvěře. Dochází při něm k poškození lýka dřevin (Engeßer 2015, Uhlíř 1990).

3.4.1 Okus

Okusem se rozumí poškozování stromů v nejmladších porostech okusováním vegetačních výhonků. Hodnotí se odděleně okus terminálního vrcholu a bočních výhonků. Podle doby vzniku se rozlišuje okus starý a nový. Novým okusem rozumíme okus nastalý od ukončení růstu v předchozím vegetačním roce. Veškerý dřívější okus je posuzován jako okus starý. Pokud se na dřevině vyskytují oba typy okusu, je okus označován jako opakovaný (Vacek 2017, Gill 1992).

Okus má za následek zpomalení růstu dřeviny a deformaci jejího tvaru, tj. snížení její kvality z hlediska hospodářského. Okus terminální je závažnější, neboť má přímý vliv na výškový přírůst dřeviny. Okus boční snižuje vitalitu dřeviny, čímž má negativní vliv na její výškový přírůst pouze přeneseně (Malík 2007).

Buk patří mezi dřeviny, které jsou okusem nejvíce poškozovány. Na pokusných plochách v Orlických horách bylo zjištěno 65% poškození terminálních výhonů a 45% poškození bočních výhonů (Vacek et al. 2014). V Krušných horách pak bylo zjištěno poškození celkem 78% přirozené obnovy buku (který přitom představoval 88% celkové obnovy na zkusných plochách), což vedlo až k 40% snížení výšky obnovy (Fuchs et al. 2021).

3.4.2 Ohryz a loupání

Ohryzem se rozumí plošné poškozování kůry a lýka dřevin zejména v zimním období v důsledku získávání potravy. Jsou při něm vždy patrné stopy zubů zvěře, přičemž ze těchto stop, množství a šířky (Cukor et al. 2020).

Podle doby vzniku ohryzu rozlišujeme ohryz starý a nový. Nový je shodně jako u okusu takový ohryz, který nastal od ukončení růstu v předchozím vegetačním roce. Ostatní ohryzy se hodnotí jako staré. Ohryz způsobuje oslabení dřeviny a z něho vyplývající zvýšené riziko napadení dřeviny dřevokaznými houbami, případně mechanické poškození působením větru (Vacek et al. 2020b).

Loupáním se rozumí strhávání pruhů kůry a lýka v podélném směru. K loupání dochází v předjaří a během vegetace. Negativní důsledky loupání jsou shodné jako v případě ohryzu, stejně tak rozdělení typů loupání na staré a nové (Cukor et al. 2019). Z hlediska hospodářského jsou proto oba tyto typy poškození zvěří posuzovány společně.

3.4.3 Ochrana proti zvěři

Základní povinností vlastníků lesa, uživatelů honiteb a orgánů státní správy lesů je dbát, aby lesní porosty nebyly nepřiměřeně poškozovány zvěří. Tato povinnost je stanovena v § 32 odst. 5 lesního zákona. Dále jsou pak hlavní zásady rozvedeny ve vyhlášce č. 101/1996 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní strážce, ve znění vyhlášky pozdějších předpisů. Problematice se též věnuje zák. č. 449/2001 Sb., o myslivosti, v platném znění, který v § 53 též výslovně stanovuje povinnost vlastníka či nájemce honitby činit přiměřená opatření k zabránění škod způsobených zvěří. Existuje několik způsobů naplnění této zákonné povinnosti.

3.4.3.1 Biologická ochrana

Biologickou ochranou proti zvěři se rozumí zvyšování přirozené úživnosti prostředí a udržování stavu zvěře v přiměřeném počtu, pohlaví a stáří (Švestka 1998). Zvyšování úživnosti lokality lze dosáhnout změnou skladby dřevin v lokalitě, zaváděním okusových dřevin, případně přikrmováním zvěře zejména v zimních měsících, nebo zřizování přezimovacích objektů. Stavy zvěře v jednotlivých lokalitách jsou stanoveny závaznými normami, které stanovuje Ministerstvo zemědělství. Dodržování těchto norem je záležitostí myslivců působících v dané lokalitě (Zabloudil, Korhon 2005, Švestka 1998).

3.4.3.2 Mechanická ochrana

Principem mechanické ochrany je mechanické zabránění přístupu zvěře k dřevinám. Nejčastějším mechanickým způsobem je tvorba oplocení. To je sice v § 32 odst. 8 lesního zákona obecně zakázáno, ale je stanovena výjimka právě z důvodu ochrany lesních porostů před zvěří. Oplocení je účinný způsob ochrany, ale jeho nevýhodou je samozřejmě větší nákladovost a nutnost údržby a obnovy. Oplocením lze chránit větší území lesa, případně jednotlivé dřeviny. Mechanická ochrana může být též použita pouze na terminální výhony dřevin, případně pouze na ochranu kmene proti ohryzu a loupání do výšky dosahu zvěře (chrániče, ovazy, individuální oplocení) (Jurásek 1998).

Použití mechanické ochrany je pochopitelně značně pozitivní pro ochranu dřevin. Na pokusných plochách v Orlických horách byl zjištěn až 48% nárůst druhové různorodosti na oplocených plochách a cca 20% nárůst různorodosti ve stromovém patře (Vacek 2017, Ambrož et al. 2015).

3.4.3.3 Chemická ochrana

K chemické ochraně dřevin jsou v ČR používány tzv. repelenty. Jejich

základním požadavkem je samozřejmě nezávadnost pro chráněné dřeviny a dostatečná funkčnost (repelenty proti ohryzu a loupání mají mít účinnost 8-10 let – Švestka 1998). Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský vydává Seznam registrovaných přípravků na ochranu rostlin, které lze k chemické ochraně použít. Konkrétní podmínky použití pak záleží na každém jednotlivém přípravku, chráněné dřevině, jejím věku, požadavku ochrany a množství.

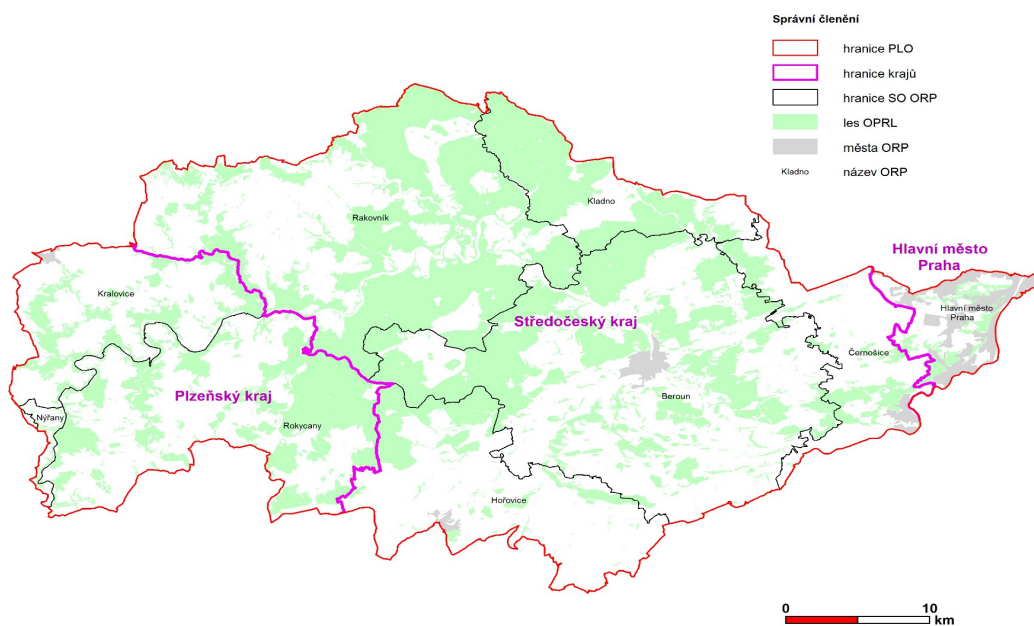
Obecně se repelenty se aplikují v době vegetačního klidu postřikem nebo nátěrem. Je nutné použité repelenty po čase obměňovat, neboť zvíř si na ně zvyká, čímž dochází ke snižování účinnosti (Knížek et al. 2021, Švestka 1998).

4. MATERIÁL A METODIKA

4.1. Charakteristika zájmového území

4.1.1. Přírodní lesní oblast 8 – Křivoklátsko a Český kras

PLO 8 Křivoklátsko a Český kras se nachází ve Středočeském a Plzeňském kraji západně od hlavního města Prahy. Vzhledem k odlišným poměrům v celé oblasti je rozdělena na dvě části – část 8a Křivoklátsko a část 8b Český kras. Rozloha celé PLO činí 154 999 ha, z toho plocha lesa činí 60 305 ha. Lesnatost je 38,9%, nadmořská výška v rozmezí 186,59 – 617,39 m. n. m. (OPRL 2022).



Obr. 3: Mapa PLO 8 (Oblastní plán rozvoje lesů PLO 8 – Křivoklátsko a Český kras 2022)

4.1.1.1. Geomorfologické, pedologické a hydrografické poměry

Z hlediska geomorfologie je pro celé území PLO typická značná výšková proměnlivost, v Českém krasu navíc doplněná typickými ostrými výškovými přechody. Na území PLO se nachází celá řada pahorkatin a vrchovin (zejména Plaská pahorkatina a Křivoklátská vrchovina na Křivoklátsku, Karlštejnská vrchovina, Hořovická pahorkatina a Pražská plošina v části Českého krasu).

Jak je uvedeno výše, PLO se rozprostírá v nadmořských výškách cca 186 – 617 m.n.m., avšak nejčastější nadmořská výška činí 300-500 m.n.m. V této nadmořské výšce se nachází 85,3 % plochy PLO (OPRL 2022).

Krajinný ráz PLO byl vytvářen po dobu cca 1 miliardy let. Na území lze nalézt sedimenty a vyvřeliny ze všech geologických ér. Ke konečnému geomorfologickému charakteru krajiny přispěla sedimentace s období čtvrthor a v oblasti Českého krasu zahloubení řeky Berounky, která tak vytvořila typická údolí a kaňony. Více jak polovina všech pozemků svým sklonem 0 - 5 ° spadá do kategorie rovin a velmi mírných svahů (51 %). 42 % terénních svahů spadá do skupiny mírných a středních svahů (5 - 22 °) (OPRL 2022).

Na území PLO je nejčastějším půdním typem *kambizem*, dříve nazývaná hnědá lesní půda. Nachází se na více jak 60 % PLO (OPRL 2022). Dalšími významněji zastoupenými půdními typy jsou *ranker* na suťových svazích (méně než 10% plochy PLO) a *rendzina* (cca 4% plochy PLO).

Celá PLO je odvodněna do Severního moře. Největším tokem je Berounka, která pramení v Plzeňském kraji a rozděluje PLO na severní a jižní část. Důležitým je též vodní tok Klíčava, na němž je vybudována vodní nádrž zásobující pitnou vodu město Kladno a okolí (OPRL 2022, UHUL).

4.1.1.2. Klimatické poměry

Podle Quitta (1971) spadá 86,8 % PLO do klimatické oblasti MT11 - mírně teplá oblast s dlouhým, teplým a suchým létem, mírně teplým jarem i podzimem. Zimy v této oblasti jsou krátké, mírně teplé, spíše suché a s krátkým trváním sněhové přikrývky (OPRL 2022, Samek 1964, Voženílek, Květoň 2011).

Dalších 12,6 % plochy zaujímá klimatická oblast T2 s dlouhým, teplým a

suchým létem s velmi krátkým obdobím teplého a suchého podzimu a jara, se suchou až velmi suchou zimou, rovněž s velmi krátkým obdobím sněhové přikrývky. V PLO se poté nachází i na méně než 0,5 % plochy oblasti MT7 (krátké a mírné jaro a podzim, mírné léto i zima normální délky, spíše suché) a MT4 (všechna roční období mírná, spíše kratší a sušší). Průměrná roční teplota se pohybuje v celé oblasti od 7 do 10 °C, ve vegetačním období od 12 do 14 °C. Průměrné roční srážky kolísají mezi 475 –625 mm. PLO 8 se řadí mezi humidní srážkové oblasti, když Langův dešťový faktor převládá v rozmezí 60 – 80. Nejsušší oblastí je východní část Českého krasu u Prahy, nejlhčí část SV od Zbirohu. Teplota i délka vegetační doby s nadmořskou výškou klesá. Naopak srážky s nadmořskou výškou stoupají (OPRL 2022, Tolasz 2007).

4.1.1.3. Lesní poměry

Vlastnická struktura lesních pozemků v PLO zhruba odpovídá vlastnické struktuře v celé ČR. Největším vlastníkem je tak státní podnik Lesy České republiky s.p. v 58 %, fyzické osoby vlastní cca 21 %, obce cca 13 %. Jak je uvedeno výše, celková výměra lesních pozemků činí přes 60000 ha, což představuje 38,9 % celkové výměry PLO. V porovnání s celorepublikovým průměrem (34 %) se tak jedná o větší zastoupení lesních pozemků. Ze strukturálního hlediska převažují lesy jednoetážové (cca 84 %), lesy dvouetážové zabírají cca 15 % rozlohy a lesy se stupňovitou výstavbou necelé 1 % (OPRL 2022). Ohledně způsobů obnovy převažuje hospodářský způsob *násečný* (cca 72 %), následovaný hospodářským způsobem *holosečným* (cca 13 %). Co se týče dřevinné skladby, PLO 8 měla vždy větší než průměrný podíl listnatých porostů a naopak menší podíl jehličnatých porostů. V posledních letech dochází stále k nárůstu podílu listnatých porostů (+4,7 % za posledních 15 let, nejvíce u buku +1,7 %). Zastoupení hlavních dřevin je: smrk (24,8 %), borovice (21,6 %) a duby (19,7 %). Dalšími významnými dřevinami jsou buk (8,9 %), modřín (6,8 %) a habr (6,1 %), ostatní dřeviny mají zastoupení do 5 %. Nejvyšších hektarových zásob hroubí však stále dosahují jehličnany (cca 67 %), zejména smrk, douglaska tisolistá, modřín opadavý a jedle bělokorá a

obrovská. (OPRL 2022).

V PLO 8 jsou zastoupeny následující lesní vegetační stupně:

Lesní vegetační stupeň	[ha]	[%]
1. Dubový	6	(nestanoveno)
2. Bukodubový	28 150	46,7
3. Dubobukový	32 149	53,3

Tab. 1.: Lesní vegetační stupně v PLO 8 (OPRL 2022)

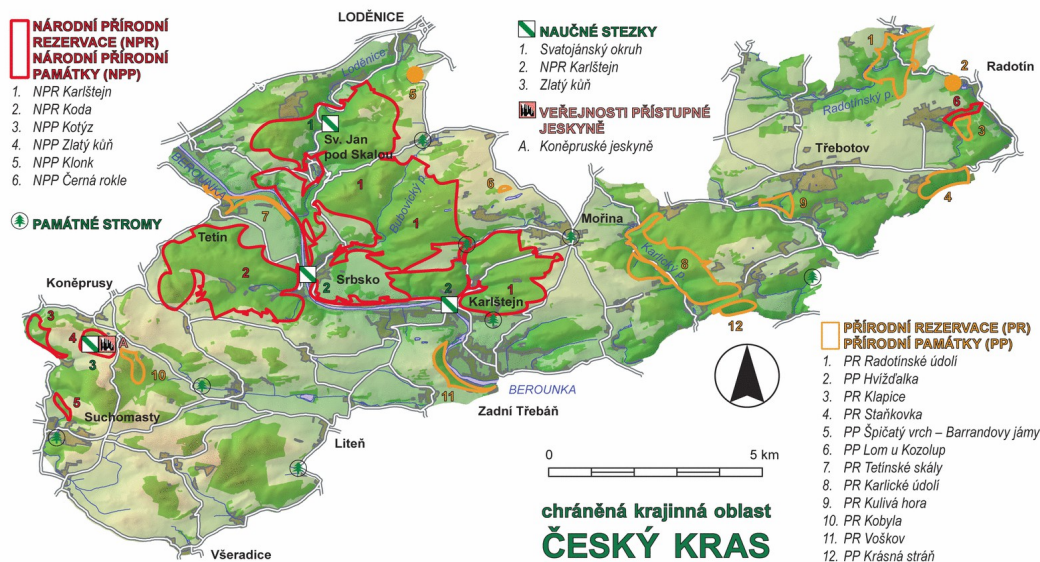
Lesní vegetační stupně LVS představují formalizovanou lesnickou jednotku v lesnické typologii pro vyjádření vztahu mezi klimatem a biocenózou, zastoupenou klimaxovými dřevinami. Jedná se o zjednodušené vertikální zastoupení hlavních dřevin a jejich životních projevů (Poleno et al. 2009). Pro upřesnění typologie se užívají ekologické řady sdružující edafické kategorie na základě jejich ekologické podobnosti. Edafické kategorie diferencují lesní stanoviště na základě fyzikálních a chemických půdních vlastností a terénních vlastností. Kombinací těchto typologických jednotek se vytváří vyšší typologická jednotka - soubor lesních typů SLT (Poleno et al. 2009).

Nejrozšířenější soubory lesních typů v PLO 8 jsou: 3S – svěží dubová bučina (9,5 %), 3B – bohatá dubová bučina (7,9 %), 2S – svěží buková doubrava (7,8 %), 3H – hlinitá dubová bučina (7,7 %), 2K – kyselá buková doubrava (7,4 %) a 3K – kyselá dubová bučina (6,6 %) (OPRL 2022).

4.1.2. CHKO Český kras

Chráněná krajinná oblast Český kras byla zřízena rozhodnutím Ministerstva kultury ČSR ze dne 12.4.1972. Současná rozloha činí 130 km², nadmořská výška dosahuje 199-499 m. n. m. Na jejím území se nachází 21 maloplošných zvláště chráněných území: 2 národní přírodní rezervace (NPR), 9

přírodních rezervací (PR), 4 národní přírodní památky (NPP) a 6 přírodních památek (PP) (AOPK 2020).



Obr. 4: CHKO Český kras (<http://cs.wikipedia.org>)

Geologicky je území tvořené zejména prvohorními usazeninami a i přes relativně malé rozpětí nadmořských výšek se jedná o velmi členité území, zejména díky vlivu řeky Berounky a jejích přítoků, jejichž údolí mají kaňonovitý charakter. I když lesnatost přesahuje celostátní průměr, problémem je absence běžných způsobů hospodaření, nízký podíl přirozené obnovy dřevin a nutnost postupného nahrazení nepůvodních jehličnatých porostů.

V CHKO jsou zastoupeny převážně listnaté dřeviny, mezi nimiž je nejvíce zastoupen dub (40,2 %), habr (13,3 %), buk (8,3 %), následují lípa, jasan a javory. Jehličnaté dřeviny mají zastoupení pouze 21,9 % (nejvíce smrk 6,27 %, následuje borovice lesní 6,7 %, borovice černá 5,1 %, modřín 3,3 % (AOPK 2020).

Lesy v CHKO jsou rozděleny do 3 zón:

Lesy v I. zóně CHKO (2721 ha) se nacházejí na nejvýznamnějších

územích CHKO. Plní zejména mimoprodukční funkce a slouží k zachování biologické rozmanitosti. Z toho důvodu jsou výchovné zásahy prováděny pouze k udržení a plnění požadovaných funkcí, část odumřelého dřeva je ponechávána k přirozenému rozpadu.

Lesy v II. zóně CHKO (2022 ha) představují menší lesní celky přírodě blízkých, ale i změněných lesů s převahou listnatých dřevin. V porostech s příznivou druhovou skladbou je využívána přirozená obnova.

Lesy ve III. zóně CHKO (116 ha) se vyskytují jen sporadicky, jedná se o malé porosty uvnitř zemědělských pozemků a obcí (AOPK 2020).

4.1.3 Výzkumné plochy

První 2 výzkumné plochy byly umístěny dle zadání v lokalitě Doutnáč, cca 800 metrů u hranice obce Bubovice, okres Beroun. Druhé 2 výzkumné plochy byly umístěny opět dle zadání v lokalitě Koda, cca 500 metrů od hranice obce Srbsko, okres Beroun. Všechny výzkumné plochy se nachází v Hořovické pahorkatině o rozloze 15 318 ha, jejíž průměrná nadmořská výška činí 300 – 500 m.n.m

Charakteristika výzkumných ploch dle LHP:

VP	GPS	Dřevina	Věk	Výška (m)	Tloušťka (cm)	Zásoba (m ³ ·ha ⁻¹)	Nad. výška (m)	Expozice	Sklon (°)	SLT
1	49°57'45"N, 14°9'26"E	<i>Fagus sylvatica</i>	94	27	32	167	392	SV	6	3W1
		<i>Quercus petraea</i>		21	23	30				
		<i>Carpinus betulus</i>		16	16	18				
		<i>Tilia cordata</i>		23	26	29				
		<i>Betula pendula</i>		23	29	3				
		<i>Sorbus torminalis</i>		18	22	2				
2	49°57'46"N, 14°9'24"E	<i>Fagus sylvatica</i>	94	27	32	167	391	SV	6	3W1
		<i>Quercus petraea</i>		21	23	30				
		<i>Carpinus betulus</i>		16	16	18				
		<i>Tilia cordata</i>		23	26	29				
		<i>Betula pendula</i>		23	29	3				
		<i>Sorbus torminalis</i>		18	22	2				
3	49°56'14"N,	<i>Fagus sylvatica</i>	90	31	27	130	299	SV	11	2W1

			<i>Quercus petrea</i>	36	24	113			
			<i>Populus tremula</i>	28	27	111			
	14°7'39"E		<i>Carpinus betulus</i>	20	18	99			
			<i>Tilia cordata</i>	30	26	62			
			<i>Betula pendula</i>	31	27	6			
			<i>Fagus sylvatica</i>	31	27	130			
			<i>Quercus petrea</i>	36	24	113			
4	49°56'14"N,		<i>Populus tremula</i>	90	28	27	111	313	S
	14°7'30"E		<i>Carpinus betulus</i>		20	18	99		16
			<i>Tilia cordata</i>		30	26	62		2W1
			<i>Betula pendula</i>		31	27	6		

Tab. 2: Přehled charakteristik výzkumných ploch (autor práce)

Umístění výzkumných ploch:



Obr. 9: Přehledová mapa lokalit (zdroj: mapy.cz – měřítko 1:20000)

4.1.3.1. Výzkumná plocha 1

První výzkumná plocha se nacházela na souřadnicích 49.9625986N, 14.1571336E jihozápadně od obce Bubovice. Svah plochy je orientován na severovýchod, průměrný sklon činí 6 stupňů. Nadmořská výška činí průměrně 392 m.n.m. Plocha se nachází v 3. LVS. Soubor lesních typů odpovídá 3W – vápencová dubová bučina. Věk porostu dle LHP je 94 let, zakmenění 0,8, průměrná výška bukového porostu 27 m, průměrná tloušťka bukového porostu 32 cm, zásoba 167 m³/ha.



Obr. 10: Pohled na plochu č. 1 (foto: autor práce)



Obr. 11: Pohled na transekt 17 (foto: autor práce)

4.1.3.2. Výzkumná plocha 2

Druhá výzkumná plocha se nacházela na souřadnicích 49.9628955 N, 14.1566294 E též jihozápadně od obce Bubovice. Svah plochy je shodně jako u plochy 1 opět orientován na severovýchod, průměrný sklon činí 6 stupňů. Nadmořská výška činí průměrně 391 m.n.m. Plocha se nachází v 3 LVS. Soubor lesních typů odpovídá 3W – vápencová dubová bučina. Věk porostu dle LHP je také 94 let, zakmenění 0,8, průměrná výška bukového porostu 27 m, průměrná tloušťka bukového porostu 32 cm, zásoba 167 m³/ha.



Obr. 12: Pohled na plochu č. 2 (foto: autor práce)



Obr. 13: Pohled na transekt 10 (foto: autor práce)

4.1.3.3. Výzkumná plocha 3

Třetí výzkumná plocha se nacházela na souřadnicích 49.9374334 N, 14.1274923 E západně od obce Srbsko. Svah plochy je orientován na severovýchod, průměrný sklon činí 11 stupňů. Nadmořská výška činí průměrně 299 m.n.m. Plocha se nachází v 2 LVS. Soubor lesních typů odpovídá 2W – vápencová buková doubrava. Věk porostu dle LHP je 90 let, zakmenění 0,8, průměrná výška bukového porostu 31 m, průměrná tloušťka bukového porostu 27 cm, zásoba 130 m³/ha.



Obr. 14: Pohled na plochu č. 3 (foto: autor práce)



Obr. 15: Pohled na transekt 17 (foto: autor práce)

4.1.3.4. Výzkumná plocha 4

Čtvrtá výzkumná plocha se nacházela na souřadnicích 49.9374092N, 14.1249175E západně od obce Srbsko. Svah plochy je orientován na sever, průměrný sklon činí 16 stupňů. Nadmořská výška činí průměrně 313 m.n.m. Plocha se nachází v 2 LVS. Soubor lesních typů odpovídá 2W – vápencová buková doubrava. Věk porostu dle LHP je 90 let, zakmenění 0,8, průměrná výška bukového porostu 31 m, průměrná tloušťka bukového porostu 27 cm, zásoba 130 m³/ha.



Obr. 16: Pohled na plochu č. 4 (foto: autor práce)



Obr. 17: Pohled na transekt 19 (foto: autor práce)

4.2. Sběr dat

Ve výše uvedených porostech byla vytyčena zkusná plocha o velikosti 3x60 metrů. Každá zkusná plocha byla vytyčena kolmo do porostu od lesní cesty (ve vzdálenosti cca 1 metr). Každá zkusná plocha byla poté rozdělena na čtvercové transepty o velikosti 3x3 metry, tj. 20 transeptů na každé ploše.

Na každém transeptu bylo poté spočítáno přirozené zmlazení, tj. byly spočteny počty semenáčků, určeno jejich druhové zařazení a změřena jejich výška. Měřeny byly semenáčky od 10 cm výšky do 4 cm výčetní tloušťky kmene. Výsledné údaje byly zanášeny do tabulek. U každého semenáčku nad 100 cm výšky byla dále hodnocena kvalita v rozpětí 1-4, stav okusu (starý/nový/opakovaný/bez okusu) a typ okusu (okus terminálního výhonu, boční okus větví, obojí, bez okusu). Kvalita byla hodnocena na základě následujících kritérií dle zadání práce:

- 1 - rovný přímý vitální jedinec bez rozvětvení vykazující dobrý výškový přírůst a tvořící budoucí základ porostu,
- 2 - lehce křivý 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 s typickým "bonsajovitým vzhledem".



Obr. 5: Příklad pěstební kvality 1 (foto: autor práce)



Obr. 6: Příklad pěstební kvality 2 (foto: autor práce)



Obr. 7: Příklad pěstební kvality 3 (foto: autor práce)



Obr. 8: Příklad pěstební kvality 4 (foto: autor práce)

4.3. Analýza dat

Pro základní analýzu dat a tvorbu grafů, zejména druhového složení a výškového členění, byl využíván program Microsoft Excel. Statistické analýzy byly zpracovány v softwaru Statistica 13 (TIBCO 2017). Data byla nejprve testována Shapiro-Wilkovým testem normality a poté Bartlettovým rozptylovým testem. Při splnění obou požadavků byly rozdíly mezi zkoumanými parametry testovány analýzou rozptylu (ANOVA) a následně Tukey HSD testem. Pokud nebyla splněna normalita a rozptyl dat, byly zkoumané charakteristiky testovány neparametrickým Kruskal-Wallisovým testem. Vztahy mezi okrajovým efektem a parametry přirozené obnovy byly hodnoceny pomocí Pearsonovy korelace.

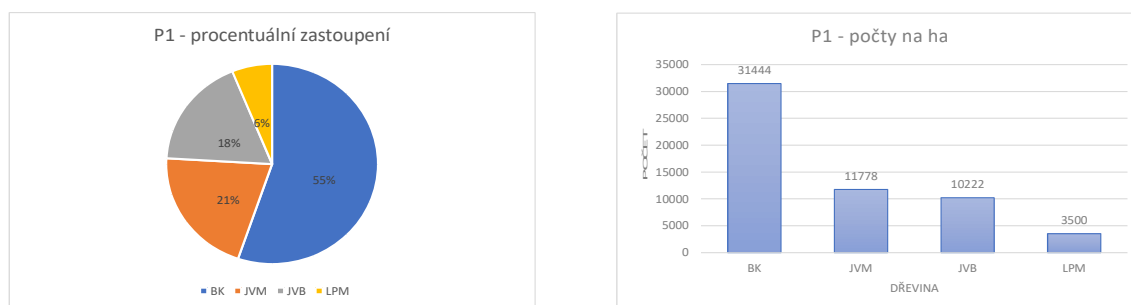
Analýza hlavních složek (PCA) byla provedena v programu CANOCO 5 (Šmilauer, Lepš 2014) pro zhodnocení vztahů mezi parametry přirozené obnovy, škodami zvěří a vzdáleností od okraje porostu. Data byla před analýzou byla standardizována, centralizována a logaritmizována. Výsledky PCA byly prezentovány ve formě ordinačního diagramů.

5. VÝSLEDKY

5.1. Druhové složení a hustota přirozené obnovy

Na **výzkumné ploše P1** se nacházelo největší zastoupení buku (55 %), což představuje po přepočtení 31444 ks/ha. Následoval javor mléč (21 % - 11778 ks/ha), javor babyka (18 % - 10222 ks/ha) a lípa malolistá (6 % - 3500 ks/ha).

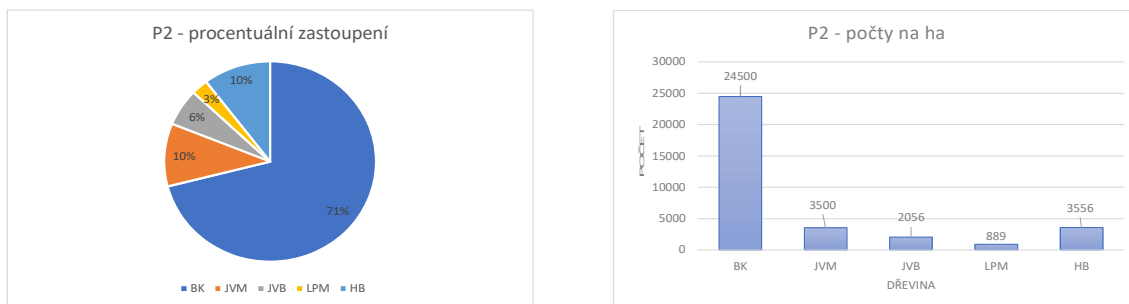
Z porovnání s mateřským porostem vyplývá, že zastoupení obnovy buku bylo nepatrně nižší (67 % u mateřského porostu) a lípy cca o polovinu nižší (12 % u mateřského porostu).



Obr. 18: Procentuální zastoupení a počty ks/ha druhové obnovy na ploše č. 1 (autor práce)

Na **výzkumné ploše P2** se nacházelo opět největší zastoupení buku (71 % - 24500 ks/ha). Následoval habr obecný (10 % - 3556 ks/ha), javor mléč (10 % - 3500 ks/ha), javor babyka (6 % - 2056 ks/ha) a lípa malolistá (3 % - 889 ks/ha).

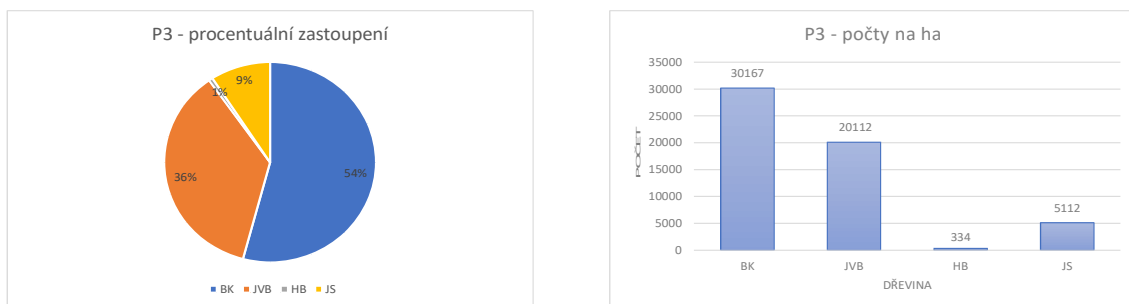
V porovnání s mateřským porostem zastoupení obnovy buku odpovídá (67 % u mateřského porostu), zastoupení lípy je již výrazně nižší (12 % u mateřského porostu).



Obr. 19: Procentuální zastoupení a počty ks/ha druhové obnovy na ploše č. 2 (autor práce)

Na **výzkumné ploše P3** se nacházelo opět největší zastoupení buku (54 % - 30167 ks/ha). Následoval javor babyka (36 % - 20112 ks/ha), jasan ztepilý (9 % - 5112 ks/ha) a habr obecný (1 % - 334 ks/ha).

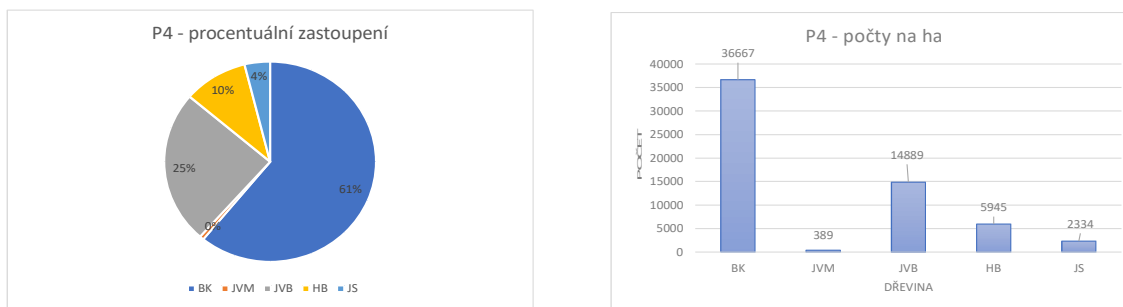
Z porovnání s mateřským porostem vyplynulo více než dvojnásobné zastoupení obnovy buku (25 % u mateřského porostu) a naopak téměř zanedbatelné zastoupení obnovy habru (19 % u mateřského porostu).



Obr. 20: Procentuální zastoupení a počty ks/ha druhové obnovy na ploše č. 3 (autor práce)

Na **výzkumné ploše P4** se nacházelo opět největší zastoupení buku (62 % - 36667 ks/ha). Následoval javor babyka (25 % - 14889 ks/ha), habr obecný (10 % - 5945 ks/ha), jasan ztepilý (4 % - 2334 ks/ha) a javor mléč (>0 % - 389 ks/ha).

Při srovnání s mateřským porostem vyplynulo opět více než dvojnásobné zastoupení obnovy buku (25 % u mateřského porostu), u habru jsem pak zjistil cca poloviční zastoupení obnovy (19 % u mateřského porostu).



Obr. 21: Procentuální zastoupení a počty ks/ha druhové obnovy na ploše č. 4 (autor práce)

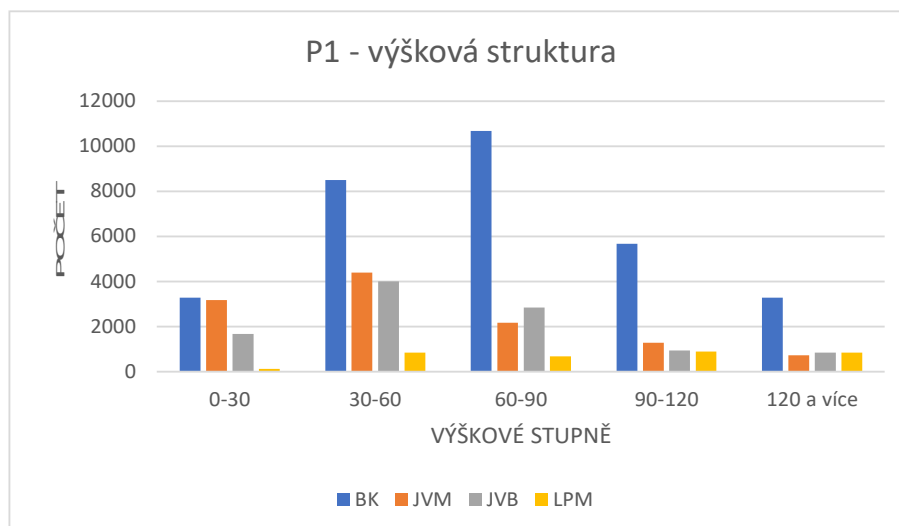
Na všech zkusných plochách bylo zjištěno zastoupení obnovy javorů, ačkoliv tyto nejsou zastoupeny v mateřském porostu. Naopak ani na jedné zkusné ploše nebylo zjištěno podstatnější zastoupení obnovy dubu, i když je zejména na zkusných plochách 3 a 4 zastoupen v mateřském porostu cca 20 %.

5.2 Výšková struktura obnovy

Naměřené výšky přirozené obnovy byly rozděleny podle počtu kusů na ha do výškových stupňů po 30 cm. Vzhledem k nízkému počtu jedinců ve výškovém stupni nad 120 cm v poměru k celkovému počtu přirozené obnovy byli do tohoto výškového stupně zařazeni všichni jedinci tuto výšku přesahující.

Buk se na **výzkumné ploše P1** vyskytoval ve všech výškových stupních, a toto rozložení bylo největší ze všech výzkumných ploch. Největší výskyt byl ve stupni 60-90 cm (10667 ks/ha), následován stupněm 30-60 cm (8500 ks/ha) a stupněm 90-120 cm (5667 ks/ha).

Javor mléč a babyka byly nejvíce zastoupeny ve stupních do 90 cm, naopak lípa malolistá spíše ve stupních od 30 cm výše, a to poměrně rovnoměrně. Zajímavostí je téměř shodné zastoupení javoru mléče (3167 ks/ha) jako buku (3278 ks/ha) v nejnižším výškovém stupni.



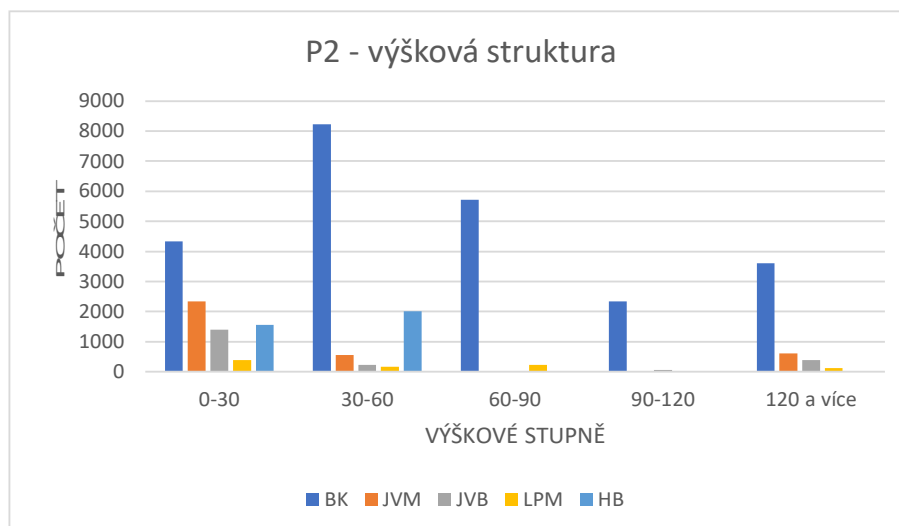
Obr. 22: Výšková struktura druhů obnovy na ploše č. 1 (autor práce)

stupeň	BK	JVM	JVB	LPM	celkem
0-30	3278	3167	1667	111	8223
30-60	8500	4389	4000	833	17722
60-90	10667	2167	2833	667	16334
90-120	5667	1278	944	889	8778
120 a více	3278	722	833	833	5666

Tab. 3: Počty obnovy ks/ha dle druhů a výškových stupňů na ploše č. 1 (autor práce)

Na **výzkumné ploše P2** se buk také vyskytoval ve všech výškových stupních. Největší výskyt byl však ve stupni 30-60 cm (8222 ks/ha), následován stupněm 60-90cm (5722 ks/ha) a stupněm 0-30 cm (5667 ks/ha). Na této ploše bylo největší zastoupení buku v nejvyšším výškovém stupni. Naopak zastoupení v nejvyšším výškovém stupni bylo minimální.

Oba druhy javoru i lípa malolistá se nejvíce vyskytovaly ve stupni do 30 cm, naopak habr obecný nejvíce ve stupni 30 – 60 cm (avšak i v 1. výškovém stupni měl značné zastoupení). Ve vyšších výškových stupních se tyto dřeviny vyskytovaly jen omezeně.



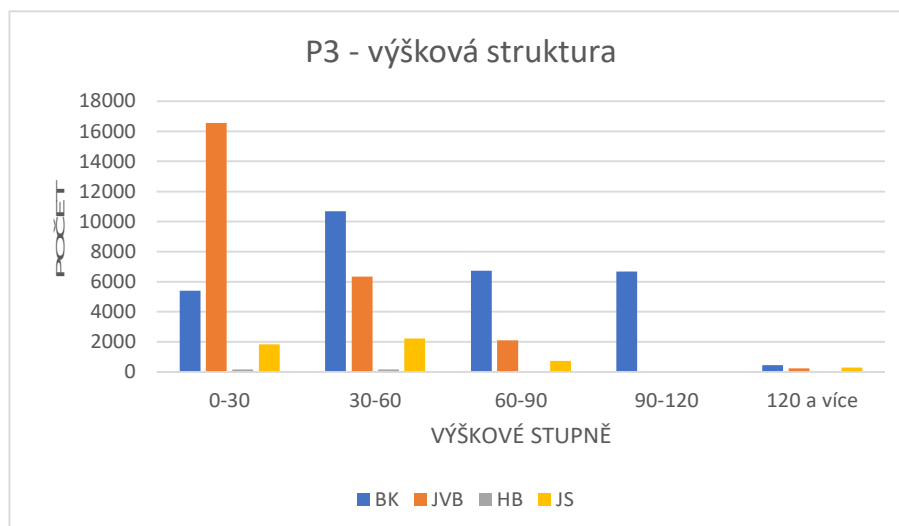
Obr. 23: Výšková struktura druhů obnovy na ploše č. 2 (autor práce)

stupeň	BK	JVM	JVB	LPM	HB	celkem
0-30	4334	2333	1389	389	1556	10001
30-60	8222	556	222	167	2000	11167
60-90	5722			222		5944
90-120	2333		56			2389
120 a více	3611	611	389	111		4722

Tab. 4: Počty obnovy ks/ha dle druhů a výškových stupňů na ploše č. 2 (autor práce)

Na **výzkumné ploše P3** se buk nejvíce vyskytoval ve výškovém stupni 30-60 cm (10667 ks/ha), následně téměř shodně ve stupních 60-90 cm (6722 ks/ha) a 90-120 cm (6667 ks/ha). I zastoupení v nejnižším výškovém stupni do 30 cm bylo značné (5389 ks/ha).

Na této výzkumné ploše ve výškovém stupni 0-30 cm bylo výrazně vyšší zastoupení javoru babyka (16556 ks/ha) než buku. Tento druh javoru byl značně zastoupen i ve výškových stupních 30-60 cm (6334 ks/ha) a 60-90 cm (2111 ks/ha), avšak v těchto stupních již buk opět dominoval. Jasan ztepilý se vyskytoval ve všech výškových stupních, nejvíce ve stupni 30-60 cm (2222 ks/ha).



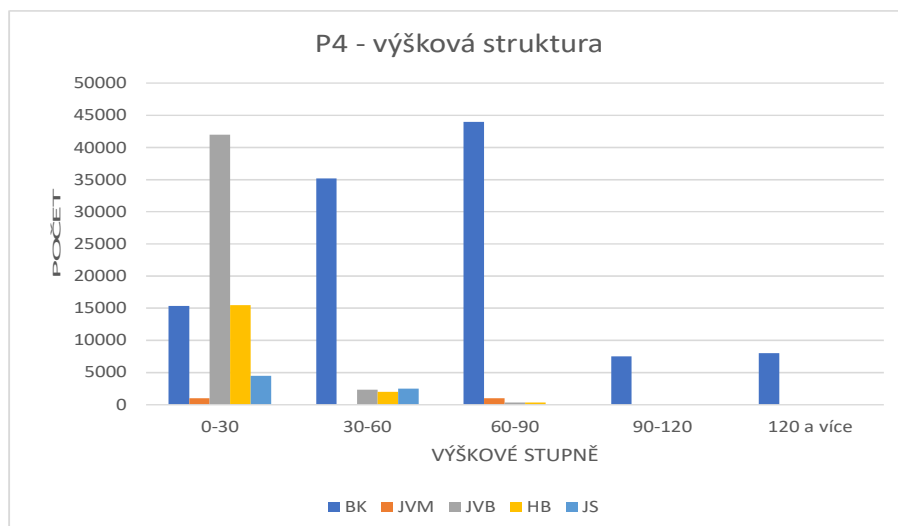
Obr. 24: Výšková struktura druhů obnovy na ploše č. 3 (autor práce)

stupeň	BK	JVB	HB	JS	celkem
0-30	5389	16556	167	1833	23945
30-60	10667	6334	167	2222	19390
60-90	6722	2111		722	9555
90-120	6667			56	6723
120 a více	445	222		278	945

Tab. 5: Počty obnovy ks/ha dle druhů a výškových stupňů na ploše č. 3 (autor práce)

Na **výzkumné ploše P4** se buk nejvíce vyskytoval ve výškovém stupni 60-90 cm (44000 ks/ha), následně ve stupni 30-60 cm (35167 ks/ha) a 0-30 cm (15334 ks/ha).

Ve výškovém stupni 0-30 cm bylo výrazně vyšší zastoupení javoru babyka (42000 ks/ha) než buku (15334 ks/ha). Zastoupení habru obecného v tomto stupni (15500 ks/ha) odpovídalo zastoupení buku. V ostatních výškových stupních však buk zcela dominoval, ve výškových stupních od 90 cm se buk vyskytoval již zcela výlučně.



Obr. 25: Výšková struktura druhů obnovy na ploše č. 4 (autor práce)

stupeň	BK	JVM	JVB	HB	JS	celkem
0-30	15334	1000	42000	15500	4500	78334
30-60	35167		2334	2000	2500	42001
60-90	44000	1000	334	334		45668
90-120	7500					7500
120 a více	8000					8000

Tab. 6: Počty obnovy ks/ha dle druhů a výškových stupňů na ploše č. 4 (autor práce)

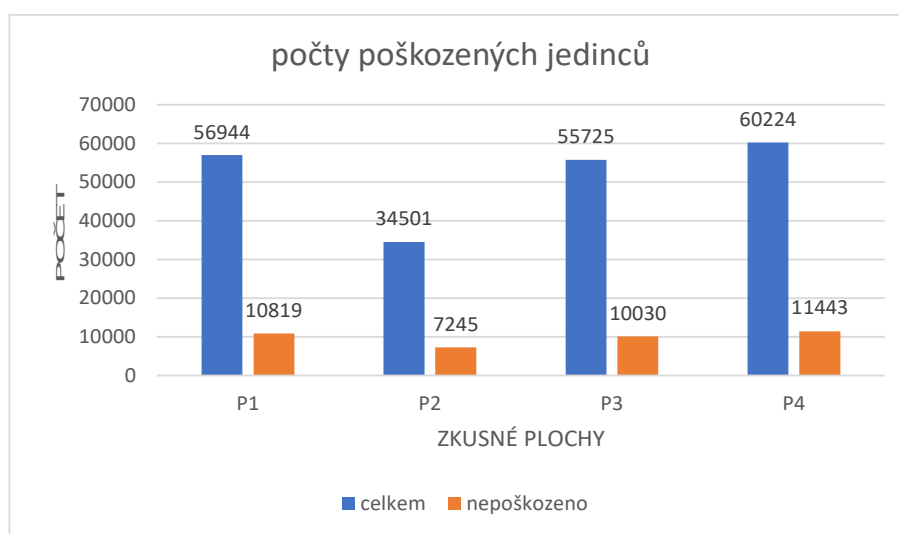
Jak vyplývá z dat jednotlivých výzkumných ploch uvedených výše, nejčastěji se u buku, který byl hlavním předmětem mé práce, vyskytoval v souhrnu všech ploch výškový stupeň 60-90 cm, těsně následován stupněm 30-60 cm. V obou stupních přesahovalo množství 60000 ks/ha. Ve stupních 0-30 cm a 90-120 cm pak množství přesahovalo 20000 ks/ha, tj. bylo cca třetinové oproti nejčastějším výškovým stupňům.

Pokud by byly posuzovány výškové stupně veškeré přirozené obnovy ze souhrnu všech výzkumných ploch, zastoupení jednotlivých výškových stupňů je klesající od nejnižšího stupně k nejvyššímu. Nejčastějším výškovým stupněm je tak stupeň 0-30 cm (přes 120000 ks/ha), následován stupněm 30-60 cm (přes 90000 ks/ha), stupněm 60-90 cm (přes 77000 ks/ha), stupněm 90-120 cm (přes

25000 ks/ha) a konečně stupněm >120 cm (přes 19000 ks/ha).

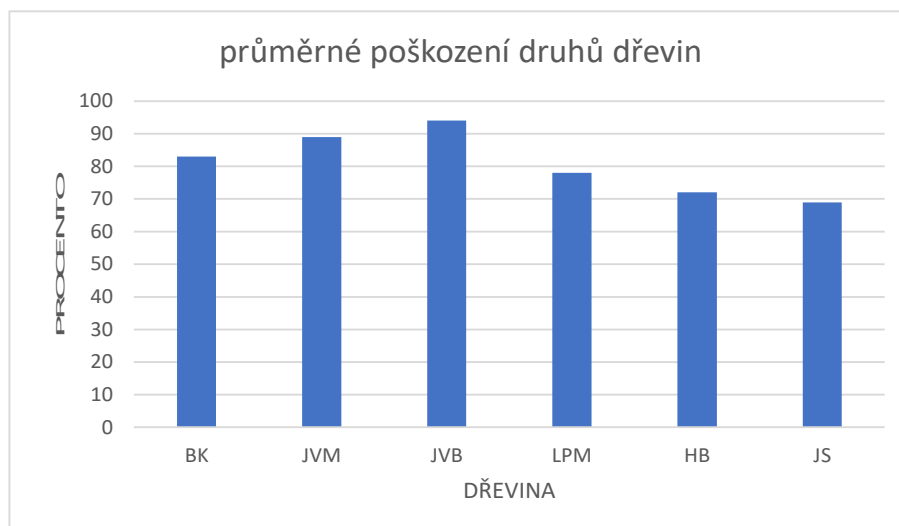
5.3. Škody zvěří

U posouzení škody zvěří bylo nejdříve zhodnoceno procentuální množství poškozených jedinců v jednotlivých plochách po přepočtu množství kusů na hektar, viz obr. 26. Z něho vyplývá, že průměrná míra poškozených jedinců dosáhla 81 %, pouze 19 % přirozené obnovy tak bylo bez poškození.



Obr. 26: Počty poškozených jedinců/ha na všech plochách (autor práce)

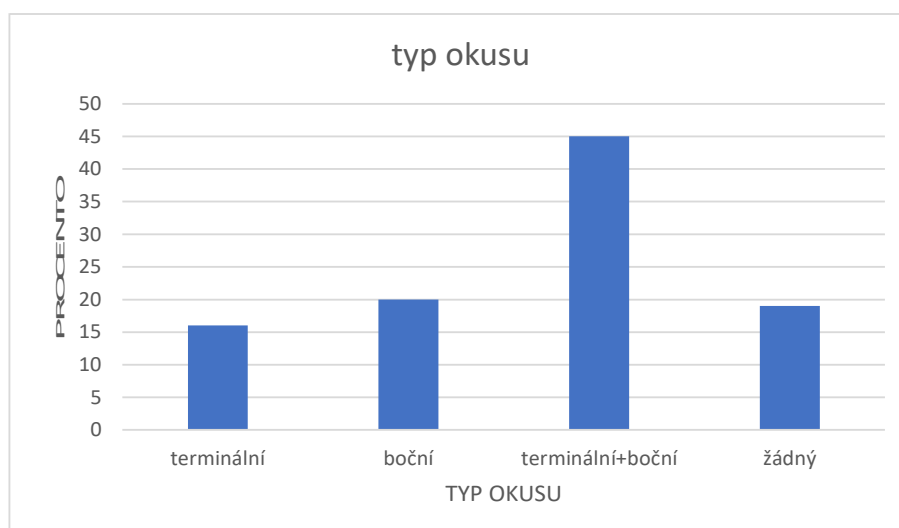
Ohledně jednotlivých nejvíce zastoupených dřevin bylo zjištěno největší poškození u javoru babyky (94 %) a javoru mléče (89 %), dále následoval buk (83 %), lípa (78 %), habr (72 %) a jasan (69 %), viz obrázek č. 27.



Obr. 27: Procentuální poškození druhů dřevin okusem (autor práce)

Následně bylo údaje zjištěné na jednotlivých zkusných plochách týkající se typu okusu (terminální, boční a terminální i boční, žádný) přepočteny na počet jedinců na hektar, viz obrázek č. 28.

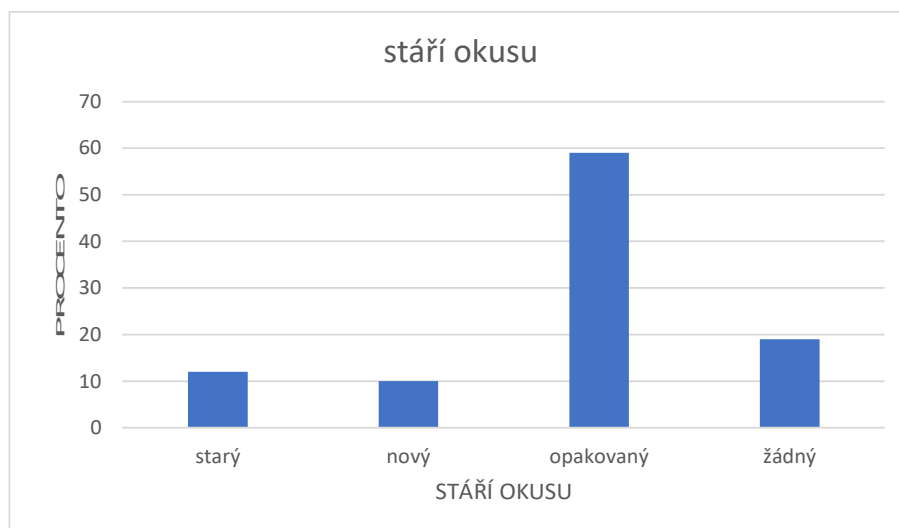
Z těchto údajů vyplynulo, že celkově dominuje typ okusu na terminálních i bočních výhoncích (45 %). Následuje typ okusu boční (20 %) a konečně typ okusu terminální (16 %).



Obr. 28: Procentuální zastoupení typů okusu (autor práce)

Další sledovanou veličinou bylo stáří okusu (starý, nový, opakovaný, žádný). Výsledky z jednotlivých ploch jsem opět přepočtl na celkové množství jedinců obnovy na hektar, viz obrázek 29.

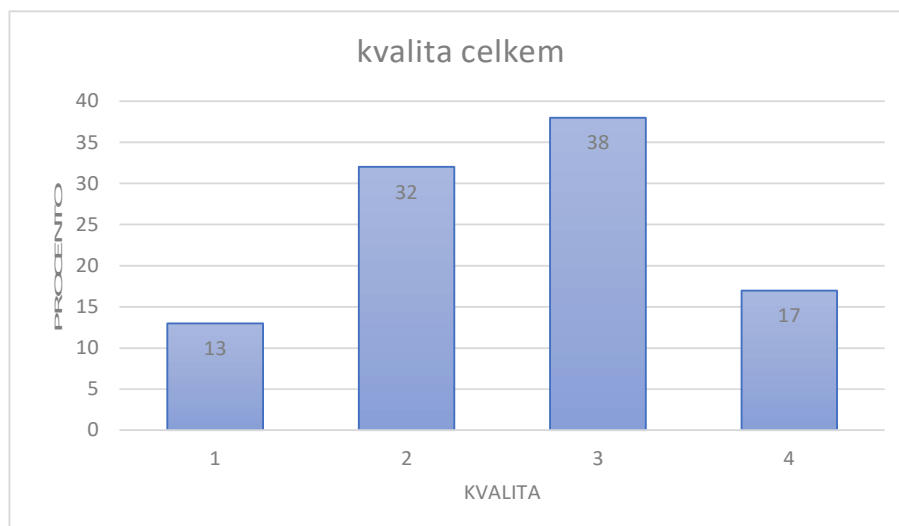
Z výsledků je patrné, že nejrozšířenějším je stáří okusu opakované (59 %), následuje starý okus (12 %) a nový okus (10 %).



Obr. 29: Procentuální zastoupení stáří okusu (autor práce)

Škody zvěří se promítají do kvality přirozené obnovy. Jak je uvedeno v kapitole 4.2., byly hodnoceny celkem 4 kategorie kvality u jedinců nad 100cm výšky.

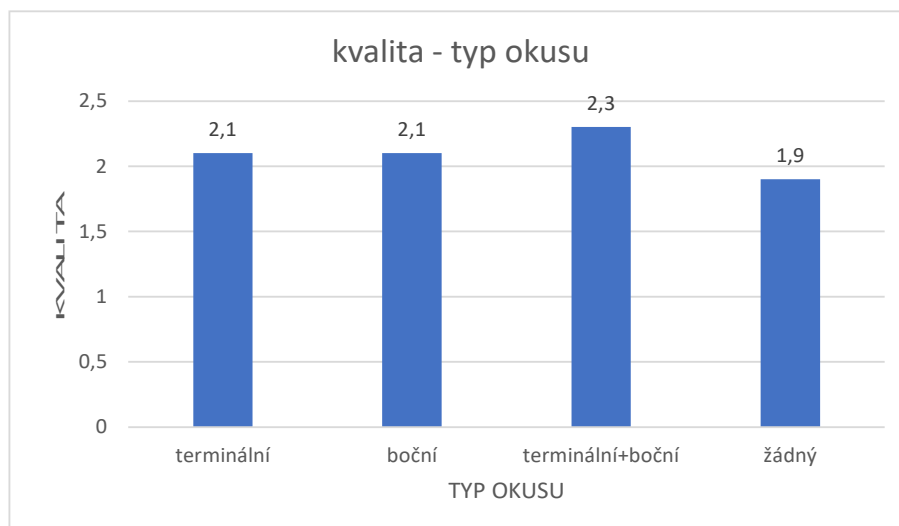
Nejdříve je uváděno celkové procentuální zastoupení jednotlivých kategorií kvality na všech zkusných plochách, viz obrázek 30. Z něho je zřejmé, že kvalita 1 byla zastoupena pouze ve 13 %, kvalita 2 ve 32 %, kvalita 3 ve 38 % a kvalita 4 v 17 % všech případů.



Obr. 30: Procentuální zastoupení kvalit (autor práce)

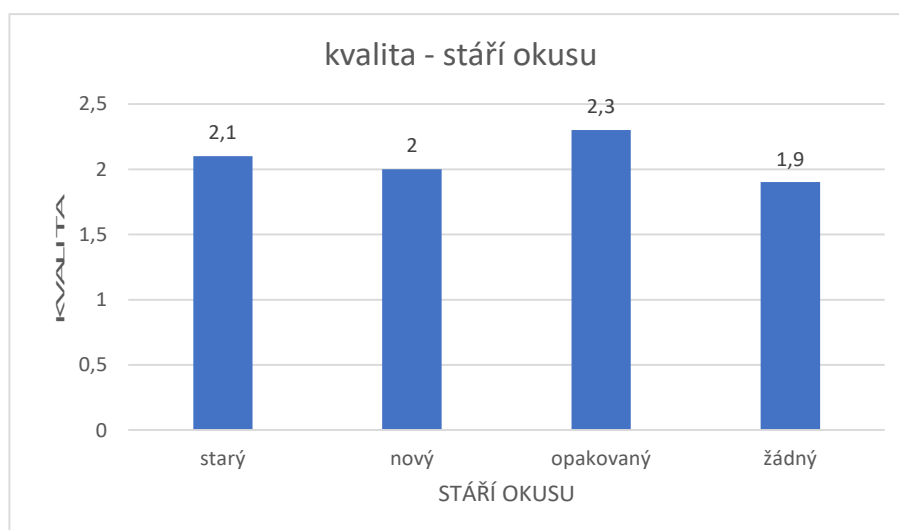
Další sledovanou veličinou pak byla kvalita přirozené obnovy v závislosti na typu a stáří okusu. Údaje o výskytu kvality u všech zkoumaných jedinců přirozené obnovy na všech zkusných plochách byly zprůměrovány a porovnány s výskytem typu a stáří okusu u těchto jedinců. Výsledky jsou patrné z obr. 31 a 32.

U vztahu kvality a typu okusu logicky nejnižší průměrné kvality, tj. největší průměrné hodnoty číslování na stupnici 1-4, dosahovali jedinci poškození terminálním i bočním okusem (2,3). Vliv pouze terminálního nebo pouze bočního okusu byl v podstatě shodný (2,1). Opět logicky pak nejvyšší kvality dosahovali jedinci nepoškození žádným typem okusu (1,9).



Obr. 31: Vztah kvality a typu okusu (autor práce)

U vztahu kvality a stáří okusu byla zjištěna nejnižší kvalita u jedinců s opakovaným okusem (2,3), nasledována kvalitou jedinců se starým okusem (2,1), novým okusem (2) a bez okusu (1,9).

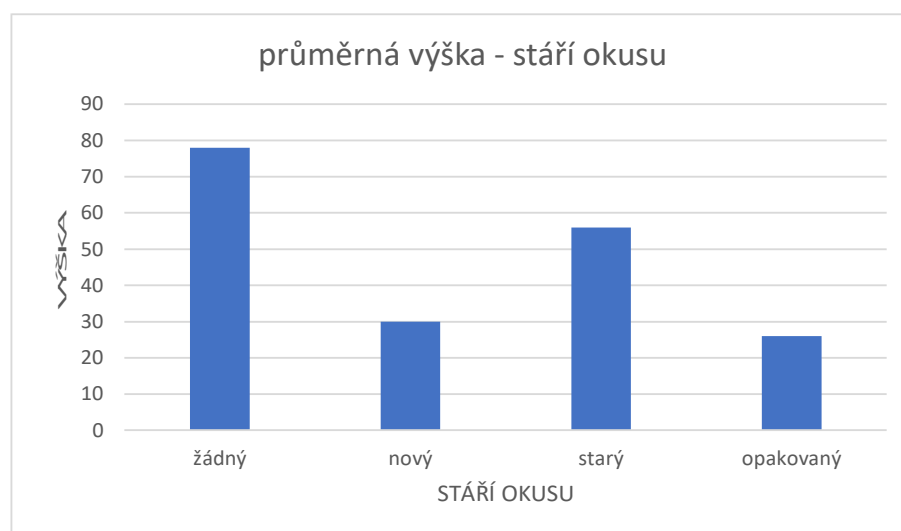


Obr. 32: Vztah kvality a stáří okusu (autor práce)

Okus zvěří má vliv i na průměrnou výšku obnovy. Proto byla průměrná výška obnovy zkoumána ve vztahu ke stáří a typu okusu. Obě tato zkoumání potvrdila velký vliv škody zvěří na výšku obnovy ($p < 0,001$), kdy zejména nový

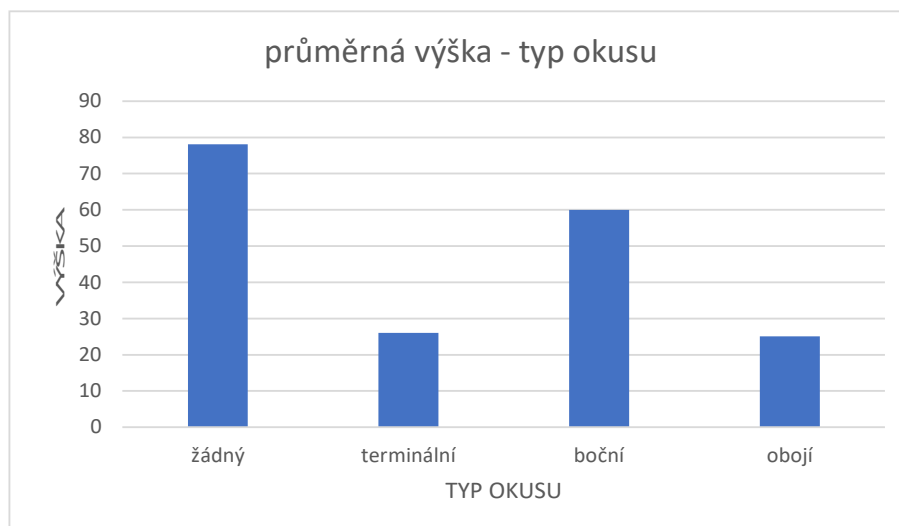
a opakovaný okus - a okus terminální a obojí - dramaticky snižují průměrnou výšku obnovy, a to až 3x oproti výšce bez okusu a více než 2x oproti starému nebo bočnímu okusu.

V souvislosti se stářím okusu byla určena průměrná výška obnovy na 78 cm u obnovy bez okusu, následována výškou 58 cm u starého okusu, 30 cm u nového a 26 cm u opakovaného, viz obr. 33. Rozdíly mezi novým a opakovaným okusem nebyly zjištěny jako signifikantní ($p > 0,05$), u ostatních variant byl rozdíl podstatný ($p < 0,001$).



Obr. 33: Průměrná výška obnovy dle stáří okusu (autor práce)

V souvislosti s typem okusu byla určena největší průměrná výška obnovy 60 cm u typu okusu bočního, 26 cm u okusu terminálního a 25 cm u okusu obojího, viz obr. 34. Mezi typem okusu terminálním a obojím tak opět nebyl zjištěn signifikantní rozdíl ($p > 0,05$), u zbylých variant ano ($p < 0,001$).

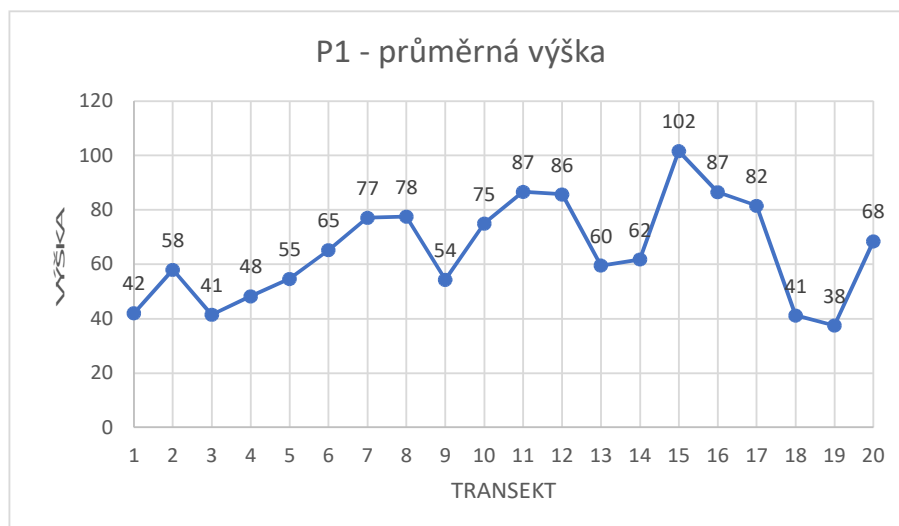


Obr. 34: Průměrná výška obnovy dle typu okusu (autor práce)

5.4. Vliv okrajového efektu

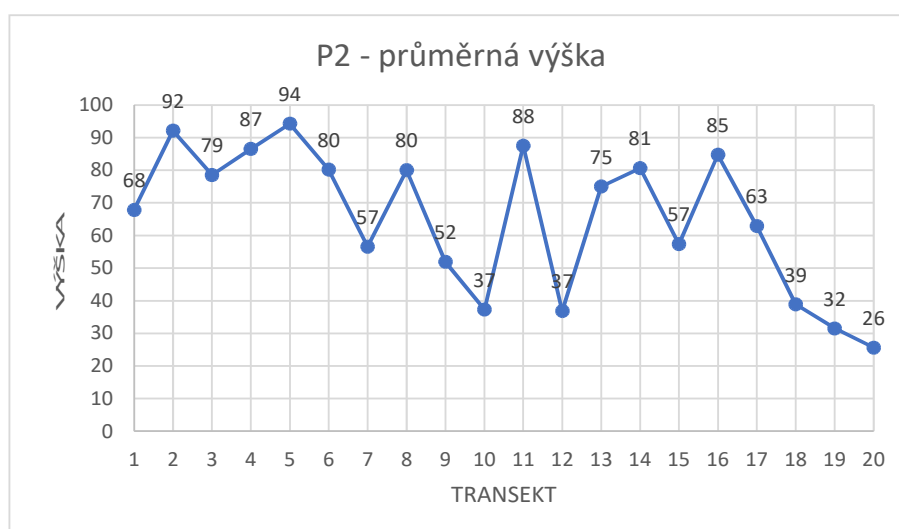
Vliv okrajového efektu byl nejprve posuzován podle vypočtené průměrné výšky všech jedinců přirozené obnovy v jednotlivých transektech v závislosti na vzdálenosti transektu od kraje měřeného porostu. Transekt číslo 1 byl vždy umístěn na kraji porostu, délka každého transektu, jak je uvedeno výše, byla 3 metry.

Na výzkumné ploše P1 je patrný pozvolný nárůst průměrné výšky obnovy od cca 40 cm až do vzdálenosti 27 m, kdy došlo k jednorázovému poklesu. Následně průměrná výška opět rostla až do dalšího poklesu ve vzdálenosti cca 40 m, po němž následoval prudký nárůst k nejvyšší dosažené průměrné výšce (102 cm). Ta však ve vzdálenosti cca 45 m od kraje začala opět klesat a až v posledních transektu opět stoupat.



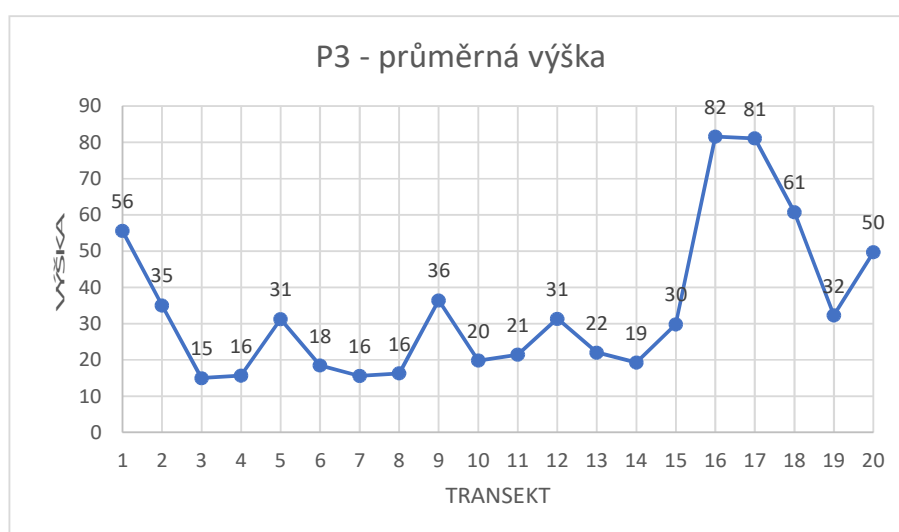
Obr. 35: Průměrná výška obnovy ve vzdálenosti od okraje porostu na ploše č. 1 (autor práce)

Na výzkumné ploše P2 byla situace odlišná. Již od prvních transektů byla průměrná výška přes 70 cm a docházelo k jejímu nárůstu až k nejvyšší hodnotě plochy přes 90 cm ve vzdálenosti 15 m, kdy nastal pokles na hodnoty kolem 40 cm, který přes výrazné výkyvy směrem nahoru ve vzdálenosti 24 m a 33 m trval až do vzdálenosti 35 m. Poté následoval opět prudký vzrůst do výšek přes 80 cm, k jehož zlomu došlo ve vzdálenosti cca 48 m od kraje. V posledních transektech došlo ke značnému poklesu až na nejnižší průměrnou výšku na ploše kolem 30 cm.



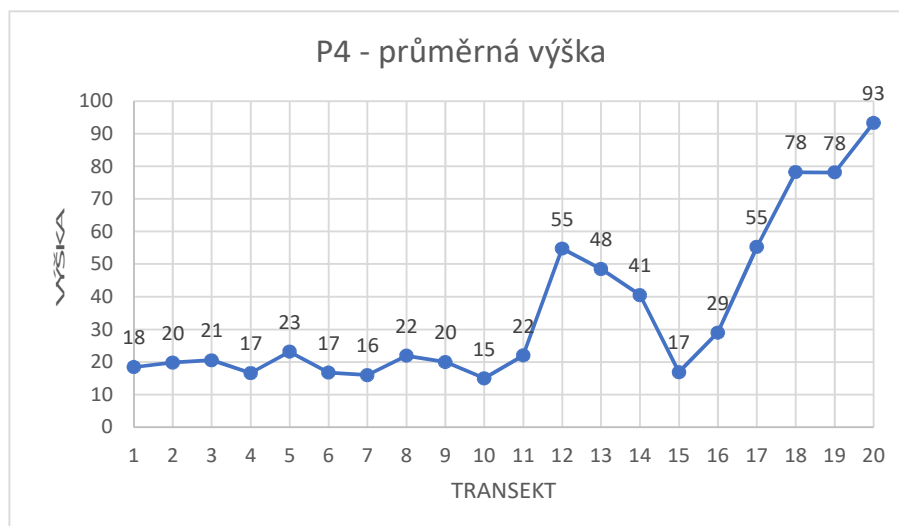
Obr. 36: Průměrná výška obnovy ve vzdálenosti od okraje porostu na ploše č. 2 (autor práce)

Na výzkumné ploše P3 nastala opět odlišná situace. Průměrná výška přes 50 cm na začátku plochy klesla během cca 10 m na průměrnou výšku kolem 15 – 20 cm, která i přes mírné výkyvy v 15 a 27 m, kdy přesáhla 30 cm, zůstávala zhruba stejná až do vzdálenosti 45 m. Poté došlo k prudkému nárůstu až na nejvyšší průměrnou výšku plochy cca 80 cm, který trval cca 6 m, a poté došlo k prudkému poklesu zpět na cca 30 cm. V posledním transektu průměrná výška opět začala růst.



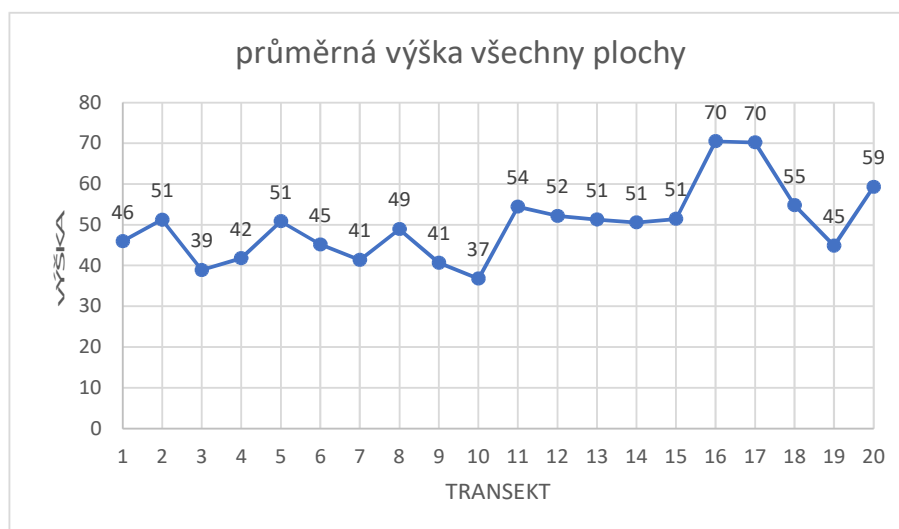
Obr. 37: Průměrná výška obnovy ve vzdálenosti od okraje porostu na ploše č. 3 (autor práce)

Výzkumná plocha P4 měla též jiný charakter křivky průměrné výšky obnovy než ostatní. Průměrná výška činila cca 20 cm od počátku plochy až do vzdálenosti 33 m, kdy došlo k nárůstu na cca 50 cm. Následoval pozvolný pokles zpět na výšku cca 20 cm ve vzdálenosti 45 m, po němž nastal příkrý růst výšky až do maximální průměrné výšky plochy v posledním transektu přes 90 cm.



Obr. 38: Průměrná výška obnovy ve vzdálenosti od okraje porostu na ploše č. 4 (autor práce)

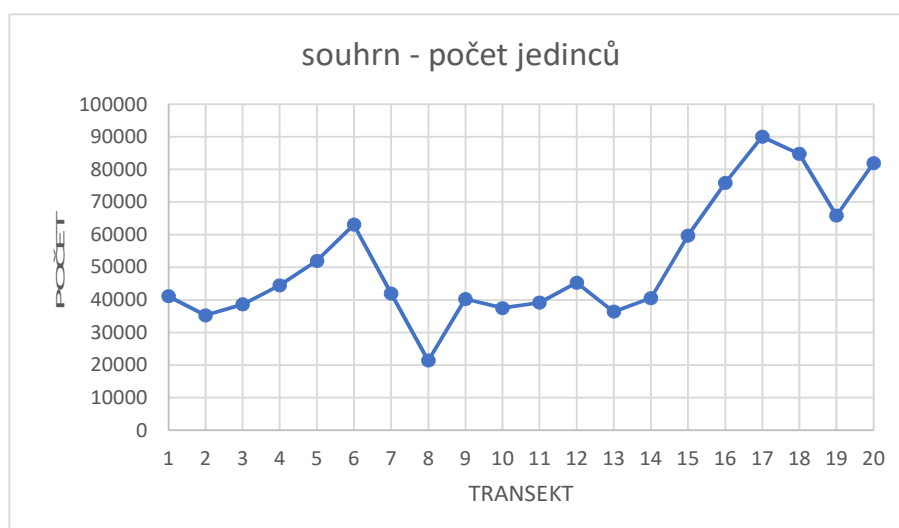
Následně byla spočítána průměrná výška obnovy v jednotlivých transektech ve všech zkusných plochách souhrnně. Z dat vyplynulo, že v průměru všech ploch průměrná výška oscilovala zhruba kolem 50 cm od začátku zkusných ploch do vzdálenosti 45 m, kdy došlo k nárůstu na nejvyšší průměrnou výšku 70 cm do vzdálenosti cca 51 m. Po něm následoval pokles opět na hodnoty pod 50 cm. V posledním transektu došlo opět k nárůstu na průměrnou výšku 59 cm.



Obr. 39: Průměrná výška obnovy ve vzdálenosti od okraje porostu na všech plochách (autor práce)

Dalším kritériem vlivu okrajového efektu na přirozenou obnovu může být i celkové množství jedinců přirozené obnovy na všech zkusných plochách (přepočtené na kusy na hektar) v jednotlivých transektech dle jejich vzdálenosti od okraje porostu.

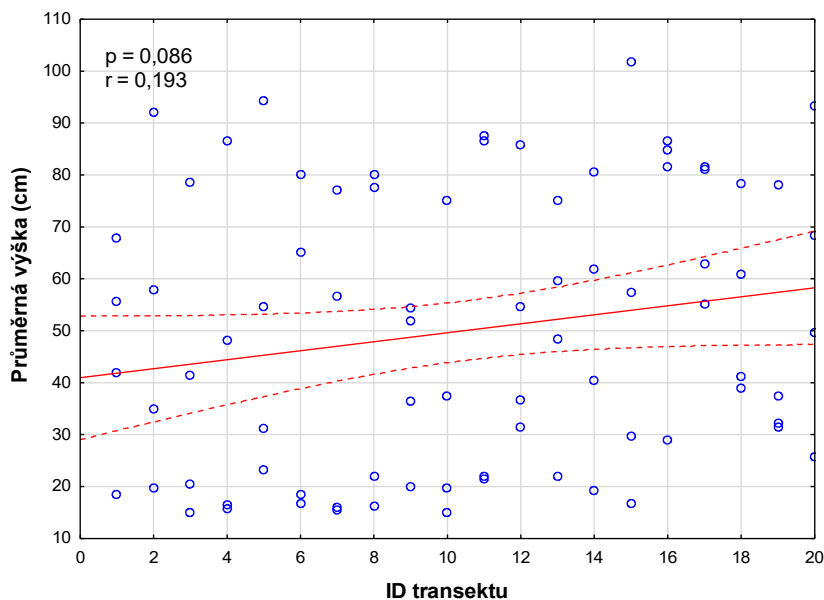
Z dat vyplynulo, že na okraji porostu dosahoval počet jedinců přes 41000 ks/ha. Přes mírný pokles ve 2. a 3. transektech docházelo následně k růstu počtu jedinců až k hodnotě přes 63000 ks/ha ve vzdálenosti 18 m od okraje porostu. Poté přišel strmý pád až na hodnotu přes 21000 ks/ha ve vzdálenosti 24 m, který se však hned v dalším transektu vyrovnal na hodnoty kolem 40000 ks/ha. Tyto přetrvávaly až do vzdálenosti 42 m, kdy došlo opět ke strmému vzrůstu až na maximální hodnoty pod 90000 ks/ha ve vzdálenosti 51 m. Následoval pokles na hodnoty pod 70000 ks/ha a v posledním transektu opětovný nárůst k hodnotám přes 81000ks/ha.



Obr. 40: Souhrn počtu jedinců/ha ve vzdálenosti od okraje porostu na všech plochách (autor práce)

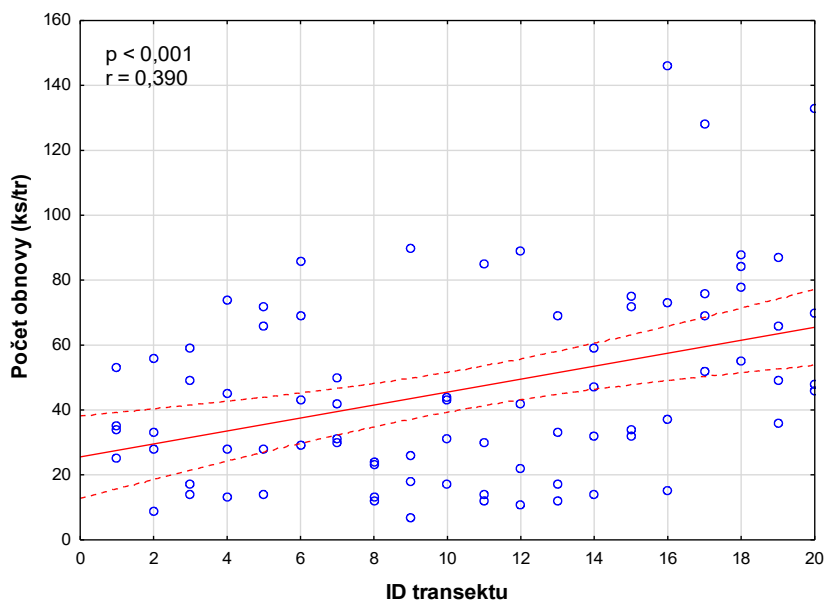
Konečně byly zjišťovány korelace jednotlivých zjištěných veličin ke vzdálenosti od kraje porostu.

Korelace mezi průměrnou výškou přirozené obnovy a vzdáleností od kraje porostu byla jako jediná ze sledovaných zjištěna méně výrazná ($p = 0,086$, $r = 0,193$), viz obr. 41. Shodně vyplývá i výše z obr. 37 – průměrná výška obnovy ve vzdálenosti od okraje porostu.



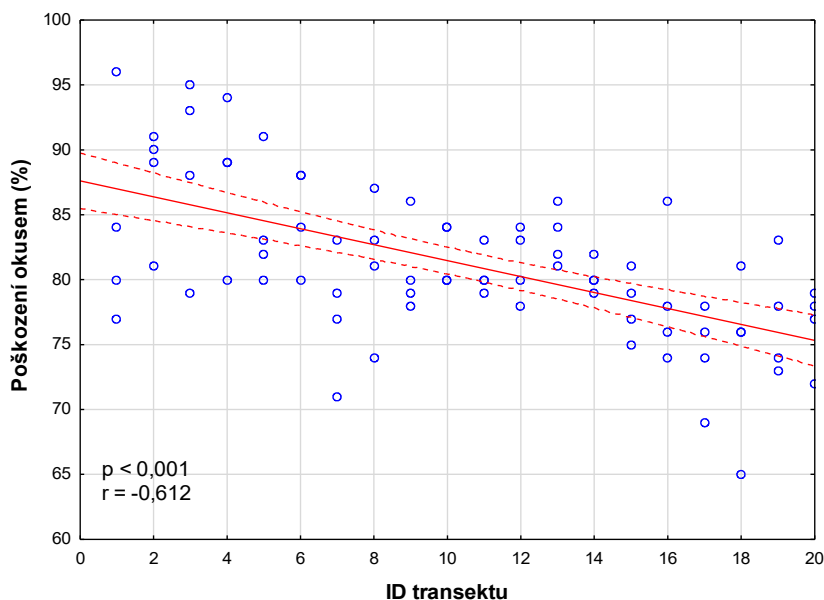
Obr. 41: Korelace mezi průměrnou výškou přirozené obnovy a vzdáleností od okraje porostu (autor práce)

Naopak korelace mezi počty přirozené obnovy a vzdáleností od okraje obnovy byla prokázána jako velmi signifikantní ($p < 0,001$, $r = 0,390$), viz obr. 42. Počty jedinců obnovy tak se vzdáleností od okraje porostu rostly, přičemž k největšímu nárůstu docházelo v transektech těsně před koncem zkusných ploch.



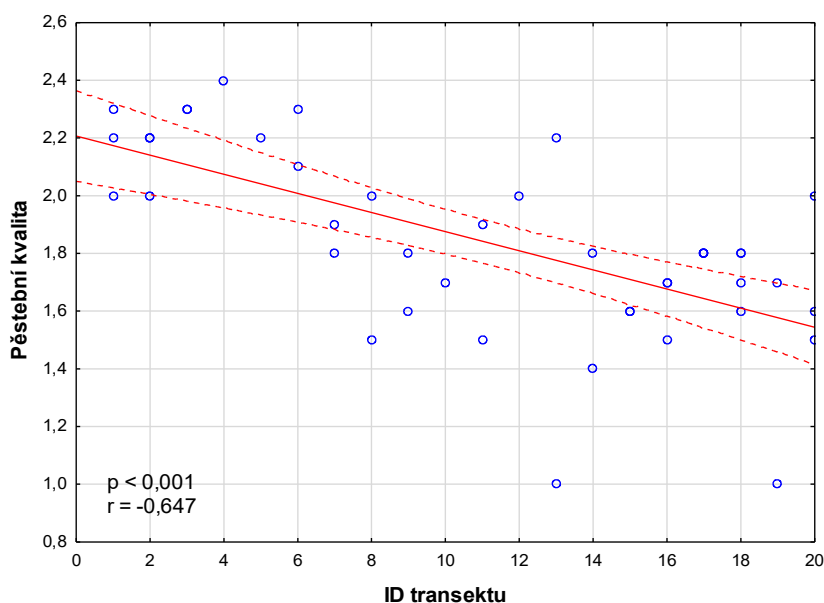
Obr. 42: Korelace mezi počtem přirozené obnovy a vzdáleností od okraje porostu (autor práce)

Korelace mezi škodou okusem a vzdáleností od okraje porostu byla opět zjištěna jako velmi značná, avšak jako korelace negativní ($p < 0,001$, $r = -0,612$), viz obr. 43. Poškození okusem tak klesalo se vzdáleností od okraje porostu. Procentuální míra poškození jedinců obnovy tak činila přes 85 % na okraji porostu a 75 % na konci zkušných ploch.



Obr. 43: Korelace mezi škody okusem u přirozené obnovy a vzdáleností od okraje porostu (autor práce)

Poslední sledovanou korelací byla korelace mezi pěstební kvalitou a vzdáleností od okraje porostu. Ta byla opět zjištěna jako velmi signifikantní, avšak opět negativní ($p < 0,001$, $r = -0,647$). Docházelo tak ke zvyšování kvality přirozené obnovy se vzrůstající vzdáleností od okraje porostu. Průměrná kvalita na okraji porostu činila 2,2, zatímco ve středu porostu byla pod 1,9 a v posledních transektech pod 1,6.



Obr. 44: Korelace mezi pěstební kvalitou přirozené obnovy a vzdáleností od okraje porostu (autor práce)

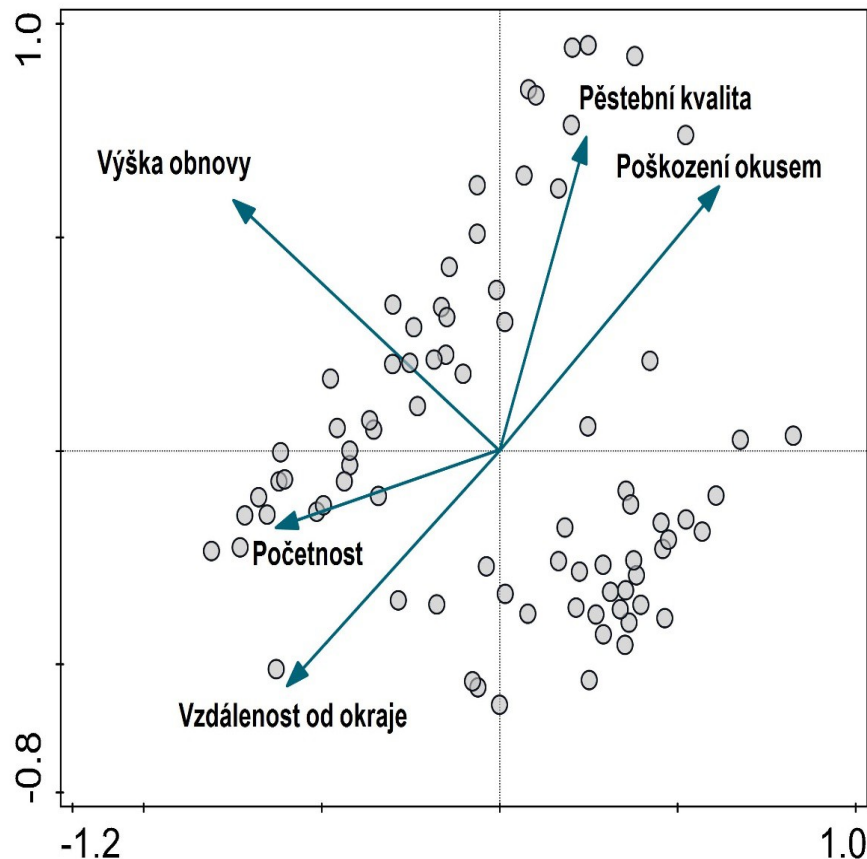
5.5. Interakce mezi přirozenou obnovou, škodami zvířel a okrajovým efektem

Výsledky vícerozměrné PCA analýzy jsou prezentovány ve formě ordinačního diagramu na obr. 45. První ordinační osa vysvětluje 41,44 %, první dvě 73,83 % a všechny čtyři osy celkem 96,93 % variability dat. První osa y představuje početnost přirozené obnovy. Druhá osa y pěstební kvalitu obnovy.

Z diagramu vyplývá, že se zvyšující se vzdálenosti od okraje porostu klesají škody okusem na obnově a číselné hodnocení pěstební kvality (tj. kvalita se zvyšuje). Tyto dva ukazatelé spolu úzce korelují. Naopak, okrajový efekt má

pozitivní vliv na početnost obnovy. Největší procentuální poškození okusem, resp. nejhorší kvalita jedinců obnovy je na okraji porostu, kde je i nejnižší hustota obnovy. Okrajový efekt nemá vliv na průměrnou výšku obnovy. Nejmenší vysvětlující proměnou v ordinačním diagramu je početnost obnovy.

Celkově výsledky prokázaly, že okrajový efekt významně ovlivňuje strukturu a parametry přirozené obnovy.



Obr. 45: Ordinační diagram znázorňující výsledky PCA analýzy vztahů mezi průměrnou výškou přirozené obnovy, hustotou přirozené obnovy, péstební kvalitou, škodami okusem a vzdáleností od okraje porostu. Symboly ● znázorňují jednotlivé transeky v rámci ploch (autor práce)

6. DISKUSE

Buk je dominantní dřevinou v mateřském porostu na všech zkusných plochách. Z výsledků práce však vyplynulo ještě větší zastoupení buku v přirozené obnově než v mateřském porostu. I když na ZP 1 činilo zastoupení obnovy buku 55 % (oproti 67 % mateřského porostu), na všech dalších ZP procento obnovy přesahovalo zastoupení v mateřském porostu, na ZP 3 a ZP 4 dokonce více než dvojnásobně (ZP 2: 71 % / 67 %, ZP 3: 54/25, ZP 4: 62/25). Toto zastoupení se pak promítlo do početního vyjádření ks přirozené obnovy přepočtené na hektar. Zde opět buk výrazně dominuje s počty od 24500 ks/ha na ZP 2 až po 36667 ks/ha na ZP 4. Z ostatních dřevin bylo zjištěno podstatné zastoupení javoru babyky (průměrně 21 %) a javoru mléče (16 %) a méně podstatné dalších dřevin (habr, jasan, lípa). V jiných lokalitách ČR byly dalšími autory zjištěny podobné výsledky, např. 24964-77036 ks/ha (Jizerské hory – Slanař et al. 2017), 15292 ks/ha (Orlické hory – Vacek 2017), 20167-84442 ks/ha (Krušné hory – Fuchs 2020), v zahraničí 10000-50000 ks/ha (Kremnické vrchy – Barna 2015).

Z výše uvedeného je zřejmé, že buk je pro přirozenou obnovu v daných lokalitách vhodný, neboť jeho přirozená obnova dominuje a je výrazně ve větším zastoupení než v mateřském porostu.

Za účelem zjištění výškové struktury obnovy byla výška přirozené obnovy rozdělena do výškových stupňů po 30 centimetrech. Největší průměrné zastoupení měl buk ve výškových stupních 60-90 cm a 30-60cm, kde počty jedinců obnovy přesahovaly 60000ks/ha, naopak ve výškových stupních 0-30 cm a 90-120 cm počty přesahovaly pouze 20000 ks/ha. Buk byl dominantní ve všech výškových stupních zkusných ploch, kromě stupně 0-30 cm na ZP 3 a ZP 4, kde dominoval javor babyka. Průměrná výška veškeré obnovy buku činila 65 cm. V Krušných horách byla zjištěna průměrná výška obnovy 88 cm a nejčastější zastoupení výškových stupňů 40-60 cm a 60-80 cm (Fuchs et al. 2021), v lokalitě Broumovské stěny průměrná výška na obdobném stanovišti 119,5 cm (Vacek et al. 2015).

Škody zvěří významně ovlivňují přirozenou obnovu, zejména její počty, dorůstání i druhovou skladbu. To potvrzují jednak práce z ČR (Vacek 2017, Fuchs et al. 2021), ale i ze zahraničí (D'Aprile 2020, Motta 2003, Borowski 2021). Škoda zvěří byla posuzována jednak podle množství, stáří a typu okusu, jednak podle vlivu okusu na kvalitu a výšku obnovy. Poškozeno přitom bylo celkem 81 % všech jedinců přirozené obnovy (tedy zhruba shodné procento poškození jako v Krušných horách – Fuchs et al. 2021). Druhově byl nejvíce poškozen javor babyka (94 %) a javor mléč (89 %), buk poté z 83 %. Okus byl nejčastěji zjištěn na terminálních i bočních výhoncích (45 %), boční typ okusu činil 20 % a typ okusu terminální 16 % (naproti tomu Vacek et al. 2014 zjistili 65 % poškození terminálních výhonů a 45 % poškození bočních výhonů). Nejrozšířenějším okusem z pohledu stáří byl zjištěn okus opakovaný (59 %), následoval starý okus (12%) a nový okus (10 %). Veliký rozsah poškození zvěří se promítl do kvality obnovy. Kvalita 1 byla zastoupena pouze ve 13 %, kvalita 2 ve 32 %, kvalita 3 ve 38 % a kvalita 4 v 17 %. Nejnižší kvality (průměr 2,3) dosahovali jedinci poškození terminálním i bočním okusem, jedinci poškození jen jedním typem okusu dosáhli průměrné kvality 2,1. Ohledně stáří okusu nejnižší kvality (2,3) dosáhli jedinci poškození opakovaným okusem, dále starým okusem (2,1) a novým (2). Stejně tak vliv okusu na výšku obnovy byl prokázán signifikantní. Průměrná výška obnovy bez okusu byla zjištěna 78 cm, zatímco u starého okusu 58 cm, 30 cm u nového a 26 cm u opakovaného. Při okusu bočním byla zjištěna průměrná výška obnovy 60 cm, 26 cm u okusu terminálního a 25 cm u okusu bočního i terminálního. Opakovaný okus a okus terminální a boční tak téměř trojnásobně snižují průměrnou výšku obnovy (Fuchs et al. 2021 zjistili 40% snížení výšky obnovy poškozené zvěří).

Vliv okrajového efektu na zkusných plochách byl posuzován zkoumáním průměrné výšky obnovy, počtů přirozené obnovy, výskytem škod na obnově a kvalitou obnovy ve vzdálenosti od okraje porostu. Korelace výšky obnovy a vzdálenosti od okraje porostu byla jako jediná ze sledovaných veličin prokázána jako méně signifikantní ($p = 0,086$), shodně bylo zjištěno např. v Krušných horách Fuchs et al. 2021 ($p > 0,05$), opačný výsledek zjistil Vacek et al. 2014 (p

< 0,001). Průměrná výška obnovy od začátku všech ZP činila cca 50 cm a k jejímu zvýšení docházelo až ve vzdálenosti cca 45 m od okraje, kdy ve vzdálenosti 51 m dosáhla hodnoty cca 70 cm. Poté následoval pokles zpět na hodnoty cca 50 cm a k nárůstu došlo až ke konci zkusných ploch. Naopak korelace mezi počtem obnovy a vzdáleností byla zcela prokázána ($p < 0,001$), shodně Fuchs et al. 2021 ($p < 0,05$). Počáteční stavy na okraji obnovy cca 41000 ks/ha dosáhly hodnot téměř 90000 ks/ha ve vzdálenosti 51 m od okraje. I přes následný pokles průměrného počtu na cca 70000 ks/ha došlo ke konci zkusných ploch opět k nárůstu na hodnoty přes 80000 ks/ha. Stejně tak veliká korelace ($p < 0,001$) (ale negativní) byla prokázána u vztahu škod okusem a vzdáleností od okraje porostu. Poškození okusem tak klesalo z hodnoty přes 85% na okraji porostu na cca 75% na konci zkusných ploch. Shodně kvalita obnovy měla negativní významnou korelaci ($p < 0,001$). Průměrná kvalita na okraji zkusných ploch činila 2,2, ve středu porostu cca 1,9 a v nejzazších částech zkusných ploch v porostu činila 1,6.

Vliv okrajového efektu na početní i kvalitativní strukturu přirozené obnovy tak byl jednoznačně prokázán.

7. ZÁVĚR

Výsledkem práce je zhodnocení přirozené obnovy na 4 zkusných plochách v CHKO Český kras z hlediska druhové a výškové struktury, škod zvěří a posouzení vlivu okrajového efektu. Na všech zkusných plochách bylo zjištěno dominantní zastoupení buku lesního (průměrně 61 %), dále zejména javoru babyky (21 %) a javoru mléče (16 %), okrajově habru, jasanu a lípy. Přirozená obnova buku se pohybovala v rozmezí 24500 – 36700 ks/ha. Největší zastoupení výškových stupňů měla obnova buku ve výškových stupních 30-60 cm a 60-90 cm, když množství jedinců obnovy v těchto výškových stupních přesahovalo množství v ostatních stupních zhruba trojnásobně. Celých 81 % jedinců obnovy bylo poškozeno zvěří, nejvíce javor babyka (94 %), javor mléč (89 %) a buk (83 %). Nejčastěji (45 %) se jednalo o typ okusu kombinovaný (terminální i boční), ohledně stáří okusu převažoval okus opakovaný (59 %). Vliv okrajového efektu nebyl signifikantní měrou ($p = 0,086$) prokázán u průměrné výšky obnovy, ale velmi výraznou měrou ($p < 0,001$) byl potvrzen u počtů obnovy, škod zvěří na obnově i kvalitou obnovy ve vztahu ke vzdálenosti od okraje porostu.

Vzhledem k prokázanému vysokému a negativnímu vlivu zvěře na přirozenou obnovu lze doporučit řešení této situace. Snížení stavu spárkaté zvěře řádným výkonem myslivosti spolu se zvýšením úživnosti území např. formou budování prezimovacích obůrek bude jedním z možných způsobů dosažení tohoto cíle. Současně bude nutné obnovu chránit mechanickými prostředky, zejména tvorbou oplocení, i přes zvýšené náklady s tím spojené.

8. Seznam literatury a použitých zdrojů

- AMBROŽ, R., VACEK, S., VACEK, Z. et al. (2015): Current and simulated structure, growth parameters and regeneration of beech forests with different game management in the Lány Game Enclosure. *Forestry Journal*, 61(2): 78-88
- AOPK ČR (2020): Plán péče o CHKO Český kras na období 2020-2029, Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny
- BARNA, M. (2011): Natural regeneration of *Fagus sylvatica* L.: a Review. *Austrin Journal of Forest Science*, 128: 71–91
- BARNA, M. (2008): The effects of cutting regimes on natural regeneration in submountain beech forests: species diversity and abundance. *JOURNAL OF FOREST SCIENCE*, 54, 2008 (12): 533–544
- BARNA, M., BOSELA, M. (2015): Tree species diversity change in natural regeneration of a beech forest under different management. *Forest Ecology and Management*, 342: 93-102.
- BÍLEK, L., KUPKA, I., et al (2016): Introduction to Silviculture, Praha, ČZU
- BÍLEK, L., REMEŠ, J. et al. (2014): Gap regeneration in near-natural European beech forest stands in Central Bohemia – the role of heterogeneity and micro-habitat factors. *Dendrobiology 2014*, vol. 71, 59-71
- BÍLEK, L., REMEŠ, J., ZAHRADNÍK, D. (2009): Ration of senescent even-aged beech (*Fagus sylvatica* L.) stands under the conditions of Central Bohemia. *Journal of Forest Science* [online]. 2009, 55(4), 145-155. Dostupné z WWW: <<https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/05124.pdf>>. ISSN 1212-4834.
- BOROWSKI, Z., GIL, W., BARTOŃ, K., et al. (2021): Density-related effect of red deer browsing on palatable and unpalatable tree species and forest regeneration dynamics. *Forest Ecology and Management*,

496, 119442

- CÍSLEROVÁ, E. (2001): Škody působené zvěří. Lesnická Práce, 80(12), 1-4
- ČZU – Dendrologická databáze. Dostupné z WWW: <<https://hsmmap.bnhelp.cz/app/czu/>>
- DANNENMANN, M., BIMÜLLER, C. et al. (2016): Climate Change Impairs Nitrogen Cycling in European Beech Forests. PLOS ONE 11(7): e0158823 [online]. Dostupné z WWW: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158823>>
- CUKOR, J., VACEK, Z., LINDA, et al. (2019): Effects of bark stripping on timber production and structure of Norway spruce forests in relation to climatic factors. Forests, 10(4), 320.
- CUKOR, J., VACEK, Z., LINDA, R., et al. (2022): Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) demonstrates a high resistance against bark stripping damage. Forest Ecology and Management, 513, 120182
- D'APRILE, D., VACCHIANO, G., MELONI, F., et al. (2020): Effects of twenty years of ungulate browsing on forest regeneration at Paneveggio Reserve, Italy. Forests, 11(6), 612.
- DOBROVOLNÝ, L., CHÁB, M. (2013): Ecology of beech regeneration in the allochthonous spruce stands – a case study. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, LXI, No. 5, pp. 1261–1268
- DOBROVOLNÝ, L., ŠTĚRBA, T., KODEŠ, J. (2012): Effect of stand edge on the natural regeneration of spruce, beech and Douglas-fir. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., LX, No. 6, pp. 49–56
- ENGEßER, E. (2015): Škody způsobované srnčí zvěří: okus a vytloukání. Praha, Grada
- FERKL, V. (2021): Může být nepasečný - výběrný způsob alternativou pro naše lesy? 2. nezměněné vydání. Brno, Pro Silva Bohemica. ISBN 978-80-908071-0-5
- FUCHS, Z. (2020): Vliv zvěře na přirozenou obnovu bukových porostů v centrální části Krušných hor. Diplomová práce, 99s.

- FUCHS, Z., VACEK, Z., CUKOR, J. et al. (2021): Vliv porostního okraje na škody zvěří a přirozenou obnovu bukových porostů v Krušných horách. Proceedings of Central European Silviculture - 21st International Conference, 26s.
- FUCHS, Z., VACEK, Z., VACEK, S., GALLO, J. (2021): Effect of game browsing on natural regeneration of European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests in the Krušné hory Mts. (Czech Republic and Germany). Cent. Eur. For. J. 67 (2021) 166–180
- GEßLER, A., KEITEL, C. et al. (2006): Potential risks for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in a changing climate. Trees, [online], 21(1), 1-11. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1007/s00468-006-0107>
- GILL, R. M. A. (1992): A review of damage by mammals in north temperate forests: 1. Deer. Forestry: An International Journal of Forest Research, 65(2), 145-169
- HACKET-PAIN, A. J., CAVIN, L., FRIEND, A. D. JUMP, A. S. (2016): Consistent limitation of growth by high temperature and low precipitation from range core to southern edge of European beech indicates widespread vulnerability to changing climate. Eur. J. Res. 135, 897–909 (2016).
- HÁJEK, V., VACEK, Z., VACEK, S. et al. (2020): Changes in diversity of protected scree and herb-rich beech forest ecosystems over 55 years. Cent. Eur. For. J. 66(2020), 202-217
- HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. (1990): Květena České republiky. Sv. 2. Praha: Academia. 540s.
- HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. (1992): Květena České republiky. Sv. 3. Praha: Academia. 542s.
- HILL, M.O., (1973): Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology 54 2, s. 427-432.
- Inventarizace škod zvěří na lesním hospodářství České republiky (2011). Praha, IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, s.r.o.
- JARČUŠKA, B. (2009): Growth, survival, density, biomass partitioning and morphological adaptations of natural regeneration in *Fagus*

sylvatica. A review. *Dendrobiology* 2009, vol. 61, 3-11

- JURÁSEK, A. (1998): Plastové chrániče sazenic. *Lesnická práce*, 77:5: 177-178
- KONOPKA, B., PAJTÍK, J. (2015): Why was browsing by red deer more frequent but represented less consumed mass in young maple than in ash trees?!. *Journal of Forest Science*, 61(10), 431-438
- KRÁLÍČEK, I., VACEK, Z., VACEK, et al. (2017): Dynamics and structure of mountain autochthonous spruce-beech forests: impact of hilltop phenomenon, air pollutants and climate. *Dendrobiology*, (77), 119-137
- KNÍŽEK, M., LIŠKA, J. et al. (2021): Ochrana borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) před podkorním a dřevokazným hmyzem: certifikovaná metoda. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, ISBN 978-80-7417-225-0.
- KORPEL, Š. (1991): Pestovanie lesa. Bratislava, Príroda, 475 s.
- MADSEN, P., LARSEN, J. B. (1997): Natural regeneration of beech (*Fagus sylvatica* L.) with respect to canopy density, soil moisture and soil carbon content. *Forest Ecology and Management*, 97: 95-105
- MALÍK, V. (2007): Škody spárkatou zvěří na vybraných lesních dřevinách ohryzem a okusem ve vztahu k výživné hodnotě kůry a letorostů. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze
- MARGALEF, R., (1958): Information theory in ecology. *General Systematics* 3, s. 36-71.
- MARTINEZ DEL CASTILLO, E., ZANG, C.S., BURAS, A. et al. (2022): Climate-change-driven growth decline of European beech forests. *Commun Biol* 5, 163 s.
- Ministerstvo zemědělství ČR (2022): Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021. Praha, Ministerstvo zemědělství
- 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. *Forest ecology and management*, 181(1-2), 139-150.

- MRÁČEK, Z. (1989): Pěstování buku., 1. vydání, Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1989, 224 s.
- ÖVERGAARD, R., GEMMEL, P., KARLSSON, M. (2007): Effects of weather conditions on mast year frequency in beech (*Fagus sylvatica* L.) in Sweden. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, [online], Volume 80, Issue 5, December 2007, Pages 555–565. Dostupné z WWW: <<https://doi.org/10.1093/forestry/cpm020>>
- PEŇA, J. F. B., REMEŠ, J., BÍLEK, L. (2010): Dynamics of natural regeneration of even-aged beech (*Fagus sylvatica* L.) stands at different shelterwood densities. *JOURNAL OF FOREST SCIENCE*, 56, 2010 (12): 580–588
- PETERS, R. (1992): Ecology of beech forests in the northern hemisphere. Wageningen, Landbouwniversiteit Wageningen
- PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J. (2006): Changes in humus forms in gaps of the canopy of semi-natural beech stand. *JOURNAL OF FOREST SCIENCE*, 52, 2006 (6): 243–248
- 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.
- SAMEK, V. (1964): Lesní společenstva Českého krasu. Praha, ČSAV
- SIMPSON, H., (1949): Measurement of diversity. *Nature* 163, 688 s.
- SLANAŘ, J., VACEK, Z., VACEK, S. et al. (2017): Long-term transformation of submontane spruce-beech forests in the Jizerské hory Mts.: dynamics of natural regeneration. *Cent. Eur. For. J.* 63 (2017) 212–224
- STIERS, M., WILLIM, K. et al. (2019): Analyzing Spatial Distribution Patterns of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) Regeneration in Dependence of Canopy Openings. *Forests* 2019, 10(8), 637
- ŠMILAUER, P., LEPŠ, J. (2014): Multivariate analysis of ecological data using CANOCO 5. Cambridge university press.
- ŠTÍCHA, V., KUPKA, I., ZAHRADNÍK, D., VACEK, S. (2010): Influence of micro-relief and weed competition on natural regeneration of mountain

forests in the Šumava Mountains. *Journal of Forest Science*, 56(5), 218-224.

- ŠVESTKA, M., HOCHMUT, R., JANČAŘÍK, V. (1998): *Praktické metody v ochraně lesa*. Dotisk 2. vyd. Kostelec nad Černými Lesy, Lesnická práce. ISBN 80-902503-0-0
- TIBCO Software Inc., 2017. *Statistica* (data analysis software system), version 13. <http://statistica.io>
- TOLASZ, R. (2007): *Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia*. Praha, Český hydrometeorologický ústav. ISBN 978-80-86690-26-1
- TUREK, K. (2022): *Škody zvěří jako limitující faktor obnovy lesa (nejenom) na kalamitních holinách*. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, specializované pracoviště myslivosti Frýdek-Místek. Dostupné z WWW: https://www.nature.cz/documents/20121/2710257/14_Turek_Kamil_ÚH_ÚL_Škody_zvěří_jako_limitující_faktor_obnovy_lesa.pdf/
- UHLÍŘ, R. (1990): *Pěstování a ochrana lesních porostů v bukovém až buk-smrkovém lesním vegetačním stupni: sborník přednášek*. Ostrava, SVK
- ÚHÚL (2021): *OPRL – Oblastní plán rozvoje lesů, Přírodní lesní oblast č. 8 – Křivoklátsko a Český kras*, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, pobočka Stará Boleslav
- ÚHÚL. *Přírodní lesní oblast č. 8 – Křivoklátsko a Český kras*. www.uhul.cz. [online]. [cit. 2023-03-21]. Dostupné z: <https://www.uhul.cz/nase-cinnost/prirodni-lesni-oblast-c-8-krivoklatsko-a-cesky-kras>).
- VACEK, S. (2010): Regeneration of forest stands on permanent research plots in the Mts. *Journal of Forest Science*, 56: 541–554
- VACEK, S., HEJCMAN, M. (2012): Natural layering, foliation, fertility and plant species composition of a *Fagus sylvatica* stand above the alpine timberline in the Giant (Krkonoše) Mts., Czech Republic. *European Journal of Forest Research*, 131, 799-810.
- VACEK, S., MOUCHA, P. et al. (2012): *Péče o lesní ekosystémy*

v chráněných územích ČR. Praha, Ministerstvo životního prostředí, 896 s.

- VACEK, S., PROKÚPKOVÁ, A., VACEK, Z., et al. (2019): Growth response of mixed beech forests to climate change, various management and game pressure in Central Europe. *Journal of Forest Science*, 65(9), 331-345
- VACEK, S., REMEŠ, J. et al. (2018): Pěstování lesů. Praha, ČZU
- VACEK, S., REMEŠ, J. et al. (2015): Pěstování přírodě blízkých lesů. Praha, ČZU
- 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., ULBRICHOVÁ, I. et al (2015b): Obhospodařování antropogenně poškozených lesů, Praha, ČZU
- VACEK, S., VACEK, Z. et al. (2016): Dynamika a management přírodních a přírodě blízkých lesů, Praha, ČZU
- VACEK, S., VACEK, Z. et al. (2017): Pěstování účelových lesů. Praha, ČZU
- VACEK, S., VACEK, Z., PODRÁZSKÝ, V. et al. (2014): Structural Diversity of Autochthonous Beech Forests in Broumovske Stěny National Nature Reserve, Czech Republic. *Austrian Journal of Forest Science*, 131: 4: 191–214.
- VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARTZ, 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, Z. (2017): Structure and dynamics of spruce-beech-fir forests in Nature Reserves of the Orlické hory Mts. in relation to ungulate game. *Central European Forestry Journal*, 63: 23-34
- VACEK, Z., BULUŠEK, D., VACEK, S. et al. (2017c): 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. Jahrgang (2017), Heft 1, S. 75–96

- VACEK, Z., CUKOR, J., LINDA, R., et al. (2020b): Bark stripping, the crucial factor affecting stem rot development and timber production of Norway spruce forests in Central Europe. *Forest Ecology and Management*, 474, 118360.
- VACEK, Z., VACEK, S., BÍLEK, L., BALÁŠ, M. (2020): *Základy pěstování lesů*, Praha, ČZU
- VACEK, Z., VACEK, S., BÍLEK, L. et al. (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* 2014, 5, 2929-2946
- VACEK, Z., VACEK, S., BULUŠEK, D., et al. (2017b): Effect of fungal pathogens and climatic factors on production, biodiversity and health status of ash mountain forests. *Dendrobiology*, (77), 161-175
- VACEK, Z., VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V., BALÁŠ, M. (2020c): *Lesní ekosystémy a jejich management*, Praha, ČZU
- VACEK, Z., VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V. et al. (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.
- VOŽENÍLEK, V., KVĚTOŇ, V. (2011): *Klimatické oblasti Česka: klasifikace podle Quitta za období 1961-2000 = Climatic regions of the Czech Republic : Quitt's classification during years 1961-2000*. Olomouc, Univerzita Palackého, ISBN 978-80-86690-89-6
- WAGNER, S., COLLET, C., MADSEN, P., et al. (2010): Beech regeneration research: from ecological to silvicultural aspects. *Forest Ecology and Management*, 259: 2172-2182.
- ZABLOUDIL, F., KORHON, P. (2005): Ochrana porostů proti škodám zvěří dříve a dnes. *Myslivosť* 10/2005, [online]. Dostupné z WWW: <<http://www.myslivosť.cz/Casopis-Myslivosť/Myslivosť/2005/Rijen---2005/OCHRANA-POROSTU-PROTI-SKODAMZVERI-DRIVE-A-DNES>>

Právní předpisy

- Česko. Parlament. Zákon č. 289 ze dne 3. listopadu 1995 o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). In Sbíрка zákonů České republiky. 1995, částka 76, s. 3946-3967.
- Česko. Parlament. Zákon č. 449 ze dne 27.11.2001 o myslivosti. In Sbíрка zákonů České republiky. 2001, částka 168, s. 9747-9770.
- Česko. Parlament. Zákon č. 149 ze dne 18.4.2003 o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnický významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin). In Sbíрка zákonů České republiky. 2003, částka 57, s. 3279-3294.
- Česko. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 298 ze dne 11.12.2018 o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. In Sbíрка zákonů České republiky. 2018, částka 149, s. 5050-5073.
- Česko. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 55 ze dne 15.3.1999 o způsobu výpočtu výše újmy nebo škody způsobené na lesích. In Sbíрка zákonů České republiky. 1999, částka 55, s. 1202-1206.
- Česko. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 101 ze dne 28.3.1996, kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní strážce. In Sbíрка zákonů České republiky. 1996, částka 33, s. 1124-1127.