

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra Pěstování lesa



**Vliv zvěře na přirozenou obnovu bukových porostů v centrální části  
Krušných hor**

Diplomová práce

Autor: Bc. Zdeněk Fuchs

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

2020

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Zdeněk Fuchs

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

**Vliv zvěře na přirozenou obnovu bukových porostů v centrální části Krušných hor**

Název anglicky

**Effect of game on natural regeneration of beech forest stands in the central part of the Krušné hory Mts.**

---

### Cíle práce

Získat poznatky o stavu přirozené obnovy v bukových porostech v centrální části Krušných hor s akcentem na škody okusem spárkatou zvěří.

### Metodika

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

**Doporučený rozsah práce**

Minimálně 50 stran textu.

**Klíčová slova**

přirozená obnova, škody zvěří, biodiverzita, bukové porosty, acidofilní horské bučiny, Krušné hory

---

**Doporučené zdroje informací**

- POLENO, Z., VACEK, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 952 s.
- VACEK, S., MOUCHA, P. et al. (2012): Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR. Praha, Ministerstvo životního prostředí, 896 s.
- VACEK, S., SIMON, J., REMEŠ, J. et al. (2007): Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 447 s.
- VACEK, S., VACEK, Z., PODRÁZSKÝ, V., BÍLEK, L., BULUŠEK, D., ŠTEFANČÍK, I., REMEŠ, J., ŠTICHA, V., AMBORŽ R. (2014): Structural Diversity of Autochthonous Beech Forests in Broumovské Stěny National Nature Reserve, Czech Republic. *Austrian Journal of Forest Science*, 131: 4: 191–214.
- VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARZ, O. et al. (2009): Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. *Folia forestalia Bohemica*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., č. 11, 288 s.
- VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARZ, O. et al. (2010): Struktura a vývoj lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 567 s.
- VACEK, Z., VACEK, S., BÍLEK, L., KRÁL, J., REMEŠ, J., BULUŠEK, D., KRÁLÍČEK I. (2014): Ungulate Impact on Natural Regeneration in Spruce-Beech-Fir Stands in Černý důl Nature Reserve in the Orlické Hory Mountains, Case Study from Central Sudetes. *Forests*, 5: 2929–2946.
- VACEK, Z., VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V., BÍLEK, L., ŠTEFANČÍK, I., MOSER W.K., BULUŠEK, D., KRÁL, J., REMEŠ, J., KRÁLÍČEK I. (2015): Effect of tree layer and microsite on the variability of natural regeneration in autochthonous beech forests. *Polish Journal of Ecology*, 63: 2: 233-246.
- VACEK, Z. (2017): Structure and dynamics of spruce-beech-fir forests in Nature Reserves of the Orlické hory Mts. in relation to ungulate game. *Central European Forestry Journal*, 63: 1: 23-34.
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FLD

**Vedoucí práce**

Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra pěstování lesů

**Konzultant**

Ing. Robin Ambrož, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 7. 6. 2019

**prof. Ing. Vítězslav Podrázský, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

**prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.**

Děkan

V Praze dne 08. 03. 2020

"Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vliv zvěře na přirozenou obnovu bukových porostů v centrální části Krušných hor vypracoval samostatně pod vedením Ing. Zdeňka Vacka, Ph.D., a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V Praze dne:

Podpis autora:

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Zdeňku Vackovi, Ph.D. za cenné konzultace a rady při zpracování práce. Dále bych rád poděkoval lesním hospodářům za poskytnutí informací, materiálů a pomoc při výběru jednotlivých lokalit.

Mé poděkování patří rodině, přátelům a kolegům za podporu, pochopení a pomoc při terénních pracích.

## Abstrakt

Předmětem této diplomové práce bylo získat poznatky o stavu přirozené obnovy v bukových porostech v centrální části Krušných hor s akcentem na škody okusem spárkatou zvěří. Přirozená obnova lesních porostů tvoří dynamiku regeneračních procesů, kde má své výhody v uchování původních populací dřevin. Omezení využívání přirozeného zmlazení je dané především hospodářským způsobem, zastoupením jednotlivých dřevin, semenným rokem a tlakem zvěře. Cílem práce byla analýza struktury přirozené obnovy v bukových porostech hraničící se zemědělskou půdou na 8 trvalých výzkumných plochách (TVP) o velikosti 3 × 60 m v oblasti Krušných hor. U zmlazení byla zaznamenána dřevina, výška, pěstební kvalita, vzdálenost od porostního okraje, stav a typ okusu. Data byly následně vyhodnoceny v programu Microsoft Excel, Canoco a Statistica. Z výsledků vyplývá, že převážně byl zastoupen buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) 88 %, s příměsí dalších dřevin. Počet přirozené obnovy na TVP se pohyboval v rozmezí 32400–83800 ks/ha s průměrnou výškou 65–102 cm. Okrajový efekt porostu vykazoval klesající tendenci výšek od okraje porostu (Ø 90 cm), směrem do nitra porostu (Ø 65 cm). Na výšku a kvalitu přirozeného zmlazení má efekt jak typ okusu (boční, terminální i kombinovaný) tak i stav okusu (starý, nový, opakovaný), menší účinek na výškový přírůst lze však zaznamenat u bočního okusu, při kterém nedochází k poškození terminálního pupenu. Ze všech změřených jedinců obnovy bylo okusem poškozeno v průměru 80 % jedinců, z toho nejvíce byl limitován javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.; 98 %) a olše lepkavá (*Alnus glutinosa* /L./ Gaertn.; 97 %), buk lesní byl poškozen z 81 %, nejmenší poškození utrpěl smrk ztepilý (*Picea abies* /L./ Karst; 31 %). Z tohoto vysokého poškození lze doporučit redukci stavu spárkaté zvěře na ekologicky únosnou úroveň a mechanickou ochranu, jak pro přirozené zmlazení, tak i umělou obnovu.

**klíčová slova:** přirozená obnova, škody zvěří, biodiverzita, bukové porosty, acidofilní horské bučiny, Krušné hory

## Abstract

The aim of this diploma thesis was to obtain knowledge about the structure of natural regeneration in beech forest stands in the central part of the Krušné hory Mts. with an accent on damage caused by hoofed game. The natural regeneration of forest stands creates the dynamics of regeneration processes, where it has advantages in the conservation of original tree populations. Restrictions on the use of natural regeneration are mainly due to the forest management, the composition of individual tree species, the seed year and game pressure. The objective of this research was to analyse the structure of natural regeneration in beech stands bordering to agricultural land on 8 permanent research plots (PRP) of 3 × 60 m in the Krušné hory Mts. The tree species, height, silviculture quality, distance from the stand edge, condition and type of browsing were recorded for regeneration. The data were then evaluated in Microsoft Excel, Canoco and Statistica. The results show that 88% of beech (*Fagus sylvatica* L.) was predominantly represented with the admixing of other tree species. The number of natural regeneration on PRP ranged from 32,400–83,800 pcs/ha with an average height 65–102 cm. The edge effect showed a decreasing tendency of heights from the edge of the stand (ø 90 cm), towards the inside of the stand (ø 65 cm). Both the type of browsing (side, terminal and combined) and the state of the browsing (old, new, repeated) have an effect on the height and quality of natural regeneration. Of all the measured regeneration individuals, on average 80% of individuals were affected by the browsing, most of which were limited to sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.; 98%) and black alder (*Alnus glutinosa* /L./ Gaertn.; 97%); beech was damaged by 81%, Norway spruce suffered the least damage (*Picea abies* /L./ Karst; 31%). Due to this high damage, it is recommended to reduce the hoofed game population to an environmentally acceptable level and mechanical protection, both for natural and artificial regeneration.

**Keywords:** natural regeneration, game damage, biodiversity, beech stands, acidophilous beech forests, Krušné hory Mts.

## Obsah:

1	Úvod.....	16
2	Cíle práce.....	18
3	Rozbor problematiky .....	19
3.1	Vývoj lesních porostů.....	19
3.1.1	Obecné zákonitosti vývoje lesa.....	19
3.1.2	Vývojové cykly přírodních lesů .....	20
3.1.2.1	Velký vývojový cyklus lesa.....	21
3.1.2.2	Malý vývojový cyklus lesa.....	23
3.2	Obnova lesa.....	25
3.2.1	Předpoklady přirozené obnovy lesa .....	27
3.2.2	Specifika přirozené obnovy lesa.....	28
3.2.3	Výhody a nevýhody přirozené obnovy.....	30
3.3	Ekologické aspekty hlavních dřevin .....	32
3.3.1	Buk lesní ( <i>Fagus sylvatica</i> L.) .....	32
3.3.2	Smrk ztepilý ( <i>Picea abies</i> /L./ Karst.).....	34
3.3.3	Javor klen ( <i>Acer pseudoplatanus</i> L.).....	35
3.3.4	Olše lepkavá ( <i>Alnus glutinosa</i> L.).....	36
3.3.5	Bříza bělokorá ( <i>Betula pendula</i> Roth.) .....	37
3.3.6	Jeřáb ptačí ( <i>Sorbus aucuparia</i> L.).....	38



3.3.7	Dub zimní ( <i>Quercus petraea</i> /Matt./ Liebl. .)	39
3.4	Škody zvěří	40
3.4.1	Škody okusem	41
3.4.2	Škody loupáním kůry a ohryzem	42
3.4.3	Ochrana proti zvěři	43
3.4.3.1	Biologická ochrana proti zvěři	43
3.4.3.2	Mechanická ochrana proti zvěři	44
3.4.3.3	Chemická ochrana proti zvěři	45
4	Materiál a metodika	46
4.1	Charakteristika zájmové oblasti Krušné hory	46
4.1.1	Charakteristika přírodní lesní oblasti Krušné hory	46
4.1.2	Geomorfologické poměry	46
4.1.3	Geologické poměry	47
4.1.4	Hydrologické poměry	48
4.1.5	Klimatické poměry	48
4.1.6	Pedologické poměry	50
4.1.7	Lesní vegetační stupně	50
4.1.8	Soubor lesních typů	51
4.2	Charakteristika výzkumných ploch	52
4.2.1	Trvalá výzkumná plocha č. 1	53
4.2.2	Trvalá výzkumná plocha č. 2 a 3	54

4.2.3	Trvalá výzkumná plocha č. 4 a 5.....	55
4.2.4	Trvalá výzkumná plocha č. 6 a 7.....	56
4.2.5	Trvalá výzkumná plocha č. 8.....	57
4.3	Sběr dat.....	58
4.4	Analýza dat.....	60
5	Výsledky.....	62
5.1	Druhová struktura a hustota obnovy.....	62
5.2	Výšková struktura obnovy.....	64
5.3	Vliv okrajového efektu.....	69
5.4	Škody zvěří.....	75
5.5	Vztah mezi strukturou porostu, přirozenou obnovou, škodami zvěří a stanovištěm.....	81
6	Diskuze.....	83
7	Závěr.....	86
	Seznam literatury a použitých zdrojů.....	87

## Seznam zkratek

LHP	lesní hospodářský plán
LVS	lesní vegetační stupeň
OPRL	oblastní plán rozvoje lesů
PLO	přírodní lesní oblast
TVP	trvale výzkumná plocha
ČR	Česká republika
SRN	Spolková republika Německo
ČSR	Československá republika
SLT	soubor lesních typů
NPR	národní přírodní rezervace

## Seznam tabulek a obrázků

### Tabulky:

- Tab. 1. Přehled charakteristik všech ploch. (autor práce)

### Obrázky:

- Obr. 1: Velký a malý vývojový cyklus. (Vacek et al., 2007)
- Obr. 2: Příznivé podmínky přirozené obnovy lesa a vznik příznivé časové shody všech základních předpokladů pro vznik náletů. (upraveno podle Wanselow 1949 in Poleno et al., 2009)
- Obr. 3: Pohled na trvale výzkumnou plochu č. 1. (foto: autor práce)
- Obr. 4: Pohled na trvale výzkumnou plochu č. 2,3. (foto: autor práce)
- Obr. 5: Pohled na trvale výzkumnou plochu č. 6,7. (foto: autor práce)
- Obr. 6: Přehledová mapa lokalit. (zdroj.: Mapy.cz)
- Obr. 7: Jedinec s pěstební kvalitou 2. (foto: autor práce)
- Obr. 8: Jedinec s pěstební kvalitou 4. (foto: autor práce)
- Obr. 9: Druhové složení přirozené obnovy na trvalých výzkumných plochách 1. (autor práce)
- Obr. 10: Druhové složení přirozené obnovy na trvalých výzkumných plochách 2. (autor práce)
- Obr. 11: Druhové složení přirozené obnovy na trvalých výzkumných plochách 3. (autor práce)
- Obr. 12: Druhové složení přirozené obnovy na trvalých výzkumných plochách 4. (autor práce)
- Obr. 13: Druhové složení přirozené obnovy na trvalých výzkumných plochách 5. (autor práce)
- Obr. 14: Druhové složení přirozené obnovy na trvalých výzkumných plochách 6. (autor práce)
- Obr. 15: Druhové složení přirozené obnovy na trvalých výzkumných plochách 7. (autor práce)

- Obr. 16: Druhové složení přirozené obnovy na trvalých výzkumných plochách 8. (autor práce)
- Obr. 17: Výšková struktura přirozené obnovy na trvale výzkumné ploše 1. (autor práce)
- Obr. 18: Výšková struktura přirozené obnovy na trvale výzkumné ploše 2. (autor práce)
- Obr. 19: Výšková struktura přirozené obnovy na trvale výzkumné ploše 3. (autor práce)
- Obr. 20: Výšková struktura přirozené obnovy na trvale výzkumné ploše 4. (autor práce)
- Obr. 21: Výšková struktura přirozené obnovy na trvale výzkumné ploše 5. (autor práce)
- Obr. 22: Výšková struktura přirozené obnovy na trvale výzkumné ploše 6. (autor práce)
- Obr. 23: Výšková struktura přirozené obnovy na trvale výzkumné ploše 7. (autor práce)
- Obr. 24: Výšková struktura přirozené obnovy na trvale výzkumné ploše 8. (autor práce)
- Obr. 25: Průměrné výšky přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu na trvale výzkumné ploše 1. (autor práce)
- Obr. 26: Průměrné výšky přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu na trvale výzkumné ploše 2. (autor práce)
- Obr. 27: Průměrné výšky přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu na trvale výzkumné ploše 3. (autor práce)
- Obr. 28: Průměrné výšky přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu na trvale výzkumné ploše 4. (autor práce)
- Obr. 29: Průměrné výšky přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu na trvale výzkumné ploše 5. (autor práce)
- Obr. 30: Průměrné výšky přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu na trvale výzkumné ploše 6. (autor práce)
- Obr. 31: Průměrné výšky přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu na trvale výzkumné ploše 7. (autor práce)

- Obr. 32: Průměrné výšky přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu na trvale výzkumné ploše 8. (autor práce)
- Obr. 33: Průměrné výšky přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu u všech trvale výzkumných ploch. (autor práce)
- Obr. 34: Průměrné počty přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu u všech trvale výzkumných ploch. (autor práce)
- Obr. 35: Průměrná kvalita přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu u všech trvale výzkumných ploch. (autor práce)
- Obr. 36: Stav okusu u všech trvale výzkumných ploch dle poškození. (autor práce)
- Obr. 37: Typ okusu u všech trvale výzkumných ploch dle poškození. (autor práce)
- Obr. 38: Stav okusu u všech trvale výzkumných ploch dle průměrných výšek přirozeného zmlazení. (autor práce)
- Obr. 39: Typ okusu u všech trvale výzkumných ploch dle průměrných výšek přirozeného zmlazení. (autor práce)
- Obr. 40: Stav okusu u všech trvale výzkumných ploch dle průměrné pěstební kvality přirozeného zmlazení. (autor práce)
- Obr. 41: Typ okusu u všech trvale výzkumných ploch dle průměrné pěstební kvality přirozeného zmlazení. (autor práce)
- Obr. 42: Zastoupení jednotlivých kvalit u všech trvale výzkumných ploch. (autor práce)
- Obr. 43: Zastoupení jednotlivých kvalit ve vzdálenosti od okraje porostu u všech trvale výzkumných ploch. (autor práce)
- Obr. 44: Procentuální zastoupení dřevin poškozených okusem. (autor práce)
- Obr. 45: Procentuální poškození jednotlivých trvale výzkumných ploch. (autor práce)
- Obr. 46: Ordinační diagram znázorňující výsledky PCA analýzy vztahů mezi strukturou porostu (zakmenění, zásoba, výška, tloušťka, věk), přirozenou obnovou (hustota, výška), škodami zvěří a

stanovištními charakteristikami (sklon, nadmořská výška). (autor práce)

# 1 Úvod

Charakteristika závěrečné fáze lesa je typická vytlačováním pionýrských dřevin dřevinami rostoucí doposud ve spodní etáži. Tyto klimaxové dřeviny zaujímají hlavní roli porostu, a to zejména s ohledem na produkční funkci lesa. S nástupem těchto klimaxových dřevin se dostává les do své závěrečné fáze, která je nejstabilnější. Tato vývojová etapa lesa je nejproduktivnější v rámci velkého vývojového cyklu z důvodu největší akumulace biomasy za celý životní cyklus lesa (Vacek et al. 2010). V klimaxovém lese dochází v průběhu času k menším disturbancím, které označujeme jako malý vývojový cyklus lesa. Tento cyklus probíhá současně v rámci velkého vývojového lesa. Je způsobován maloplošnými jevy, například odumření jednoho stromu, či menší skupiny stromů. Nahrazování těchto odumřelých jedinců je postupné, formou nalétnutí přirozené obnovy na tyto plochy. Kontinuální dynamika dorůstání a průběžná výměna jednotlivých generací stromů probíhá na celé ploše (Poleno et al. 2007).

Struktura přirozené obnovy hraje významnou roli zejména při obnově stromové složky lesních ekosystémů. Přirozená obnova má svá specifika ve věkové, druhové a výškové struktuře. Na stabilitu lesních porostů má velký vliv dynamika regeneračních procesů, které jsou spojeny i s funkční účinností lesních porostů. Mezi primární výhody přirozené obnovy můžeme zařadit zejména udržení původních a alochtonních druhů lesních dřevin. Tyto populace mají predispozice zachovat vhodné vlastnosti mateřských porostů. Jedinci přirozené obnovy se výborně adaptují na lokální stanoviště, a tak využívají efektivně stanovištních rozdílů, které jednotlivé lokality nabízejí (Korpeľ 1989; Vacek et al. 2010).

Tvorba disturbancí ve vývoji lesa určuje strukturu přírodě blízkých a přírodních lesů. Vznik a uchycení přirozené obnovy je dán mnoha faktory. Plynulá obnova je závislá na příznivé konstelaci rozhodujících stanovištních podmínek (Jarčuška 2009; Barna 2011). Kromě imisí, antropogenních vlivů ovlivňuje přirozenou obnovu zejména působení zvěře. Škody způsobené



zvěří na lese jako například okus, loupání či ohryz mají vliv jak na růst, tak i na celkovou vitalitu jedinců. Soustavný tlak zvěře vytváří problém nejen v lesním hospodářství, ale také i v myslivosti. Pro zvěř je les přirozeným útočištěm, odkud čerpá zdroj obživy pro svoji existenci. Snaha o vyřešení škod, nejen spárkaté zvěře se lesníci a myslivci snaží již od poloviny 19. století. Výsledky řešení bývají spíše indiferentní a stále nejsou známy skutečné příčiny vzniku těchto škod (Cislerová 2001).

## 2 Cíle práce

Cílem práce bylo získat poznatky o stavu přirozené obnovy v bukových porostech v centrální části Krušných hor s akcentem na škody okusem spárkatou zvěří. Bylo vybráno celkem 8 trvalých výzkumných ploch (transektů) o velikosti 3 × 60 m, 7 ploch v České republice, 1 v Spolkové republice Německo. Tyto plochy byly vybrány s ohledem na bukový mateřský porost s dostatečně hustým přirozeným zmlazením a hraničící se zemědělskou půdou.

V jednotlivých transektech byly změřeny všechny jedinci přirozeného zmlazení, byly zaznamenány údaje o druhu dřeviny, výškách, kvalitách, počtech, typu a stavu okusu spárkatou zvěří a vzdálenosti od okraje porostu.

Získaná data z terénního měření byla převedena do programu Microsoft Excel, Tibco Statistica a Canoco a následně byla vyhodnocena.

Výsledky byly zaměřeny na druhové složení a výškovou strukturu přirozeného zmlazení. Následně na vliv okrajového efektu na přirozené zmlazení ve spojitosti s výškou, počtem a kvalitou přirozeného zmlazení. Zhodnocení stavu poškození okusem proběhlo v souvislosti s výškou, počtem a kvalitou přirozeného zmlazení.

Získané výsledky byly porovnány a zhodnoceny s obdobnými porosty nacházející se v různých částech České republiky.

## **3 Rozbor problematiky**

### **3.1 Vývoj lesních porostů**

#### **3.1.1 Obecné zákonitosti vývoje lesa**

Vývoj lesa je typický strukturálními změnami v průběhu času, které zahrnují jejich chování v souvislosti s odezvou na přírodní disturbance a antropogenní vlivy (Pretzsch, 2009). Dynamiku lesních porostů lze chápat jako mozaiku stromových kohort, které procházejí určitým vývojovým cyklem. Od regenerace porostu přes úspěšné odrůstání, dorůstání, dospělost, stárnutí a rozpad zpět k obnově porostu (Leibundgut, 1993). Většina lesů byla kvůli lidské činnosti značně pozměněna, avšak právě přírodní stav lesa umožňuje znalost spontánních vývojových procesů. Přírodě blízké obhospodařování lesů má své kořeny právě v pochopení těchto procesů a dynamiky lesních ekosystémů v přírodních podmínkách bez zásahu člověka (Korpel', 1995; Poleno et al., 2007; Trotsiuk, 2012).

V rámci fylogenetického vývoje se lesy vyvinuly ve druhově bohaté a stabilní ekosystémy. Abiotická a biotická složka prostředí závisí na druhové a genetické skladbě, a také na prostorové a věkové diferenciaci. Procesy disturbance a obnovy porostů jsou dány v částech přírodních lesních ekosystémů, jako součást malého vývojového cyklu lesa, základními dřevinami. K pochopení dynamiky přírodních lesů jsou důležité znalosti vlastností těchto dřevin. Majoritní je také fakt, který stanovuje úlohy každé jednotlivé dřeviny v hospodářském lese. Jako nejdůležitější středoevropské klimaxové dřeviny lze zařadit buk, jedli a smrk (Poleno, 1994).

V průběhu vývojového cyklu přírodního lesa probíhá střídání jednotlivých vývojových stadií a fází, a to s různou mírou a dynamikou využívání tohoto produkčního a růstového prostoru. Proces vývojového cyklu je následně výrazně změněn, jak ve vertikální, tak i horizontální struktuře (Gratzer et al., 2004; Pretzsch, 2009). Dle Veblena (1992) a Korpel'a (1995) pro přírodní

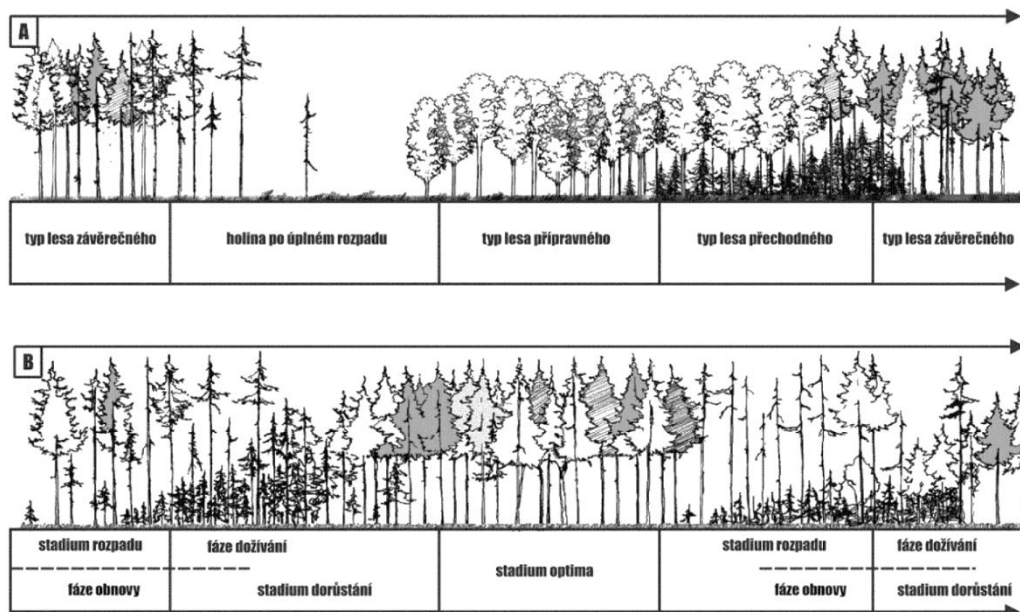
lesy mírného pásma tvoří základní rámec právě časová a prostorová dynamika lesních ekosystémů. Kromě textury těchto lesů je podstatné poznat produkční využití jejich růstového prostoru korunami stromů daných dřevin. Tento fakt je důležitý zejména z pohledu jejich stavu a vývoje biomasy. Přírodní lesy představují jedinečné objekty pro výzkum přírodních zákonitostí a procesů, a to zejména ty přírodní lesy, které jsou v podstatě neovlivněné antropogenní činností (Korpel', 1995; Brang, 2005; Vacek et al., 2010).

Přírodě blízké obhospodařování lesů vychází z ekologicky podložených a dostatečně ověřených poznatků o struktuře a vývoji přírodě blízkých lesů. Pro pochopení a management lesních ekosystémů na podobných stanovištích a porostních podmínkách je podstatné vyhodnocení strukturální a druhové diverzity porostů. Na těchto základech stojí tvorba funkčně integrovaných lesů. Výsledkem těchto koncepcí jsou stabilní, strukturované a vitální, lesní porosty, které budou plnit ekologické, produkční a environmentální funkce lesa (Saniga, Schutz, 2002).

### **3.1.2 Vývojové cykly přírodních lesů**

Vývojové cykly lesa, jako dynamické systémy, jsou charakteristické permanentní cykličností změn. Jak uvádí O'Hara (1996) bylo vytvořeno velké množství vývojových klasifikací, které mají svůj základ ve skladbě porostu, růstových fázích, struktuře porostu nebo jeho fyziologických vlastnostech. Základní koncepty popisující dynamiku přírodních lesů jsou velký a malý vývojový cyklus podle práce Korpel' (1995), vývojový model podle Angelstam, Kuuluvainen (2004) nebo dle Oliver, Larson (1996). Pro komplexní zhodnocení změn dřevinného porostu přírodního lesa má primární význam existence právě těchto dvou vývojových cyklů. Prvním je velký vývojový cyklus lesa. Je typický sekundární sukcesí, která se rozprostírá na velké ploše řádově na několika hektarech a časově v rozpětí desetiletí. Druhý, malý vývojový cyklus lesa probíhá v rámci klimaxu na

malých plochách a v časových periodách staletí (Korpel', 1991; Poleno et al., 2007).



Obr. 2: Velký a malý vývojový cyklus. (Vacek et al., 2007)

Jak uvádí Podrázský (1999) vznik lesa jako biocenózy podléhá dlouhému vývoji, půdní a klimatické podmínky tedy nejsou výsledkem jednoho roku či okamžiku, ale působí v dlouhodobém časovém úseku. Vznik lesa tedy nelze popsat momentálním odrazem prostředí ani stanoviště, jelikož jeho druhové složení vychází z historického souboru druhů (Svoboda, 1953).

### 3.1.2.1 Velký vývojový cyklus lesa

Vzniká v dnešní době převážně velkoplošným rozpadem lesních porostů, a to z důvodů silných a plošně významných disturbancí. Započetí vývoje nových porostů je dáno vznikem velkých holin. Tento vývoj je rozdělen na tři základní fáze, a to přípravnou fázi, přechodnou fázi a závěrečnou fázi (Barnes et al., 1998).

**Přípravná fáze** sekundární sukcese je charakteristická postupným šířením světlomilných pionýrských dřevin (bříz, olš, topolů, osiky, jeřábů, vrb nebo

borovic) a formováním tzv. přípravného lesa (Vacek et al., 2009). Dřeviny přípravného lesa mají specifické vlastnosti. Těmi jsou rychlý růst v mládí, relativně častá a bohatá fruktifikace a přizpůsobivost místním podmínkám, tyto vlastnosti jim dovolují růst i na nejextrémnějších stanovištích (Korpel, 1995). Mezi nevýhody pionýrských dřevin můžeme zařadit krátkověkost oproti klimaxovým dřevinám a náročnost na světelný požitek. To je důvodem nízké konkurenceschopnosti oproti klimaxovým dřevinám, které po nalétnutí světlomilných dřevin a přechodu do další fáze odumírají, následně je jejich produkční prostor využíván ostatními dřevinami (Pickett, White, 2013).

**Přechodná fáze** se vyznačuje větším prosazením stínů tolerujících dřevin (buk, smrk, jedle), které následně přejímají spodní růstový prostor přípravných dřevin, s následným vznikem dvouetážového porostu. Tyto dřeviny právě z kraje přechodné fáze využívají mikro stanovištní podmínky přípravného lesa a postupně nahrazují porost pionýrských dřevin. Tento proces je uskutečňován podrůstáním těchto dřevin (Chapman et al., 2006), probíhá většinou velice pomalu (i několik staletí) (Matuszkiewicz et al., 2013), současně je ovlivněn řadou omezení. Jedním je problematika rozšiřování rostlin, jak uvádí Bellemare et al. (2002). Dle Hermy, Verheyen (2007) je další problematika spojena s typem opadu, ekologickými a půdními podmínkami prostředí.

**Závěrečné stádium** lesa je charakteristické dominancí klimaxových dřevin, které se nejlépe adaptovaly na lokální stanoviště. Tato adaptace je dána předešlou selekcí a fixací generací, které se na lokalitě nacházeli. (Košulič, 2010). Fruktifikace klimaxových dřevin začíná až v pozdějším věku a výskyt semenných roků je nepravidelný oproti pionýrským dřevinám. Transportní vzdálenost semen s ohledem na jejich velikost a váhu je od mateřských klimaxových stromů značně omezena (Poleno et al., 2007). Mezi typické atributy klimaxových dřevin se dá označit malá odolnost vůči klimatickým extrémům, pomalý růst v mládí a pozdní kulminací přírůstu ve vyšším věku. Tyto dřeviny mají svůj hlavní význam v dlouhé životnosti (Vacek et al.,

2010). Vzájemný kompetiční vývoj těchto dřevin, ať již k zástinu tolerantních, či stín špatně snášejících, ovlivňuje kromě akumulace biomasy také charakter a kvalitu opadu. V neposlední řadě je ovlivňován i koloběh živin (Jacob et al., 2010; Harmon et al., 2013). Vlastnosti daného prostředí se následně odráží ve výsledné dřevinné skladbě. Závěrečná fáze je finální částí velkého vývojového cyklu lesa (Poleno et al., 2007).

### **3.1.2.2 Malý vývojový cyklus lesa**

Malý vývojový cyklus lesa byl charakterizován na principu studia jednotlivých etází přírodě blízkých smíšených lesů (Leibundgut, 1993; Otto, 1994; Korpeľ, 1995). Probíhá v klimaxové fázi (Vacek et al., 2007) na plochách cca od 0,3 do několika ha. Velikost celkové plochy jednotlivých stádií odpovídá více či méně délce vývojového cyklu. Vývoj jednotlivých stádií je odlišný a vychází z druhového složení a místních podmínek. Jeho trvání pak bývá od několika let až po několik stovek let (Podlaski, 2004). Je typické také v poměru živého a odumřelého dřeva (Šamonil, Vrška, 2007). Mezi jednotlivá vývojová stádia v rámci malého vývojového cyklu můžeme zařadit tyto stádia: rozpadu, dorůstání a optima (Korpeľ, 1982). Každé stádium je charakteristické vlastní strukturou a odpovídá určitému stupni vývojového cyklu přírodě blízkých lesů (Ellenberg, Leuschner, 1996; Jaworski, 1997). Na principech práce Leibundgut (1959) - (cf. Šamonil, Vrška, 2007) byly jednotlivé fáze do 90. let 20. století rozlišovány vizuálním odhadem. Podrobnější vyhodnocení specifik jednotlivých vývojových stádií rozdělil až Podlaski (2004), určil jednotlivé dílčí fáze jednotlivých stádií. Ve stadiu dorůstání rozlišujeme fáze obnovy, selekce, vícevrstevné struktury a jednovrstevné struktury s autoredukci, na niž navazuje fáze poklesu. Následuje stádium rozpadu s fázemi obnovy, dvouvrstevné struktury, vícevrstevné struktury a selekce. Z tohoto důsledku se používají i přesnější metody vyhodnocování jednotlivých částí vývojových cyklů (Šamonil, Vrška, 2007). Jako příkladem, který se dnes používá a je daleko více přesný, jsou např. dendrochronologické analýzy (Podlaski, 2004), statistické metody (Podlaski, 2006; Vacek et al., 2010) či metody opakovaného měření

studovaných porostů (Vrška et al., 2006; Jaworski, Podlaski, 2007), kdy je velice dobře zachycena dynamika stromových pater. Jednotlivá stádia a fáze jsou poměrně výrazně odlišné (Poleno et al., 2007), z tohoto důvodu je právě dynamika určujícím faktorem (Šamonil, Vrška, 2007).

Ve **stadiu dorůstání** vzniká nová generace, jejich noví jedinci výrazně využívají své růstové schopnosti (Vacek et al., 2007), zvyšuje se objem živého dřeva a objem odumřelého dřeva naopak klesá (Šamonil, Vrška, 2007). Při vzniku tohoto stadia je výstavba výškově, věkově, tloušťkově a prostorově nejvíce rozrůzněna (Korpeľ, Saniga, 1993). Typické znaky tohoto stadia jsou zejména v majoritním zastoupení stromů ve spodní nebo střední etáži, vysokým stupněm zápoje, nízkou mortalitou v horní etáži a celkovou vysokou vitalitou stromů. Početnost stromů, a s ní i závislosti zásoba dřeva v porostu dosahuje průměrných hodnot. Odumření zbývajících stromů z předcházejícího vývojového cyklu nebo náhodné odumření jednotlivých stromů nové generace způsobují mezery v porostním zápoji, které se ovšem rychle zapojují. Na závěr stadia dorůstání, které následně přechází do stadia optima, dochází k výškovému vyrovnání i jinak velice rozrůzněných porostů (Poleno et al., 2007).

Ve **stadiu optima** dosahuje les nejvyšších možných objemových zásob, naopak je minimum objemu mrtvého dřeva (Šamonil, Vrška, 2007). Doba života jednotlivých dřevin je výrazně delší než doba jejich intenzivního výškového přírůstu. Vzniká tak výškově srovnatelný porost s větší tloušťkovou variabilitou. Věkové rozdíly, které zde mohou nastat, dosahují až 200 let (Korpeľ, Saniga, 1993). Vývojové stádium optima je typické stromy nejsilnějších stromových tříd s navýšenou mortalitou. Typickým znakem stadia optima je také malý počet stromů na ploše a částečně rozvolněným zápojem. Vzhled odpovídá zapojenému hospodářskému lesu s téměř homogenní výstavbou porostu (Poleno et al., 2007).

**Stádium rozpadu** lze zařadit do závěrečného stadia malého vývojového cyklu lesa. Vyznačuje se rapidním poklesem porostní zásoby živých stromů



a postupným nárustem objemu mrtvého dřeva (Šamonil, Vrška, 2007). Nový jedinci nově nastupující generace ani zvyšující se přírůst stávajících jedinců, nedokážou nahrazovat odumírající staré stromy. V tomto vývojovém stádiu je prostorová struktura velice rozrůzněna, hloučky a skupinky stromů jsou prokládány světlinami (Poleno et al., 2007). Nastává úpadek dominance původního starého porostu, a naopak se zvyšuje význam nově nastupující generace nového porostu. Porost se tak znova dostává na počátek studia dorůstání v malém vývojovém cyklu (Vacek et al., 2007).

### **3.2 Obnova lesa**

Obnova lesa je souhrnem všech pěstebních opatření v procesu nahrazení stávajícího, zpravidla dospělého lesa novým pokolením lesních dřevin. Obnova lesa patří k základním úkolům pěstování lesů (Duda, 1995), ta souvisí s použitím určitého hospodářského způsobu, který představuje základní koncepci lesní výroby. Lze ji definovat zejména jednotlivými těžebně-obnovnými postupy. Výsledkem uplatnění určitého hospodářského způsobu je následně hospodářský typ lesa (Greduš, 1976 in Kamenský et al., 1994).

Hospodářské způsoby v základu odpovídají obnovním způsobům (podrovní, násečný, holosečný, výběrný, jak je definuje vyhláška č. 298/2018 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů). Obnovní způsob je nejvýznamnějším prvkem a charakteristikou hospodářského způsobu, který mimo jiné obsahuje způsoby výchovy a péče o porosty. Obnovní způsoby bývají často různě kombinovány a diferencovány, ale v zásadě lze jejich rozčlenění uvést takto (Simon, Vacek, 2008):

- a) Celoplošná obnova (nebo na její nevážené části):
  - holou sečí, kdy se na velké ploše vykácejí všechny stromy,

- 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. Obnova na dílčích ploškách probíhá (Jeník, 1994):
- holou sečí (kotlíkovou, pruhovou),
  - clonnou sečí,
  - násekem (pruhová seč spojující holosečný a clonný postup);
- c) Výběrným způsobem se provádí zcela nepravidelný výběr jednotlivých stromů (Frank et al., 1978):
- výběrnou sečí (výběrný les s nepřetržitou dobou obnovní),
  - pomístně skupinovitě clonným způsobem (s uplatňováním výběrného principu s dlouhou obnovní dobou – kolem poloviny doby obmýetí) (Mráček 1989).

Spojením různých druhů sečí vznikají i různé kombinované obnovní způsoby. Ty se uplatňují zejména pro dosažení určitého obnovního cíle, s přihlédnutím k zásadám ochrany lesa a na racionální a šetrivý způsob těžby i vyklizování vytěženého dřeva (Remeš et al., 2010).

Obnova lesa představuje v komplexu pěstebního cíle pouze jednu část dílčích úkolů. Pro správné definování a stanovení pěstebního cíle, a následně i pro účelnou obnovní techniku, je zejména důležitá hluboká analýza stavu lesa, jeho současných i předpokládaných budoucích potřeb a provozních možností. Nejvhodnějším způsobem je vytvoření specifického postupu pro každé stanoviště i porost, poněvadž schematické řešení nepřináší vždy výsledky bez větších ztrát. Nedostatečné přihlížení k místním podmínkám je zpravidla vyvoláno příliš velkými pracovními úseky a mnohdy i zbytečným administrativním zatížením (Poleno, 2009).

### 3.2.1 Předpoklady přirozené obnovy lesa

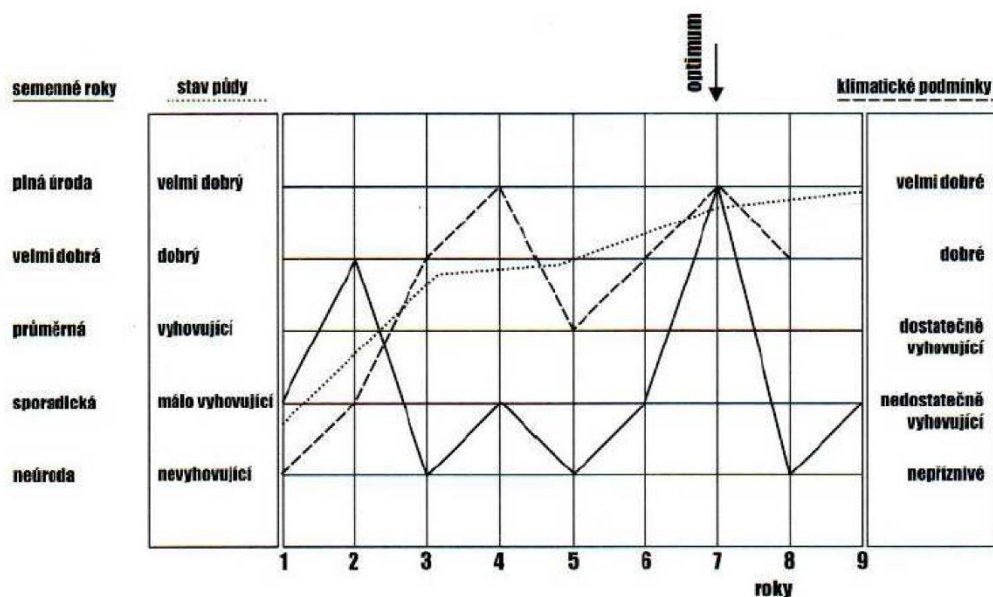
Dle Dobrowolské (1998) a Palucha (2005) je přirozená obnova jako proces velice náhodný jev dynamiky lesních ekosystémů, který závisí na mnoha faktorech a jejich kombinacích. Mezi jednotlivé faktory lze zařadit porostní charakteristiky jednotlivých stromů a jejich stav, habitus, historii užívání krajiny, ale i vliv býložravců. Klíčovou roli při obnově stromové složky v porostu hraje zejména druhová, věková a výšková struktura lesních porostů. Pro stabilitu a funkčnost lesních porostů je důležitá také regenerační schopnost jednotlivých druhů dřevin (Vacek et al. 2009).

Jak uvádí Jarčuška (2009) a Barna (2011) pro úspěšnou přirozenou obnovu je potřeba souhra několika faktorů, a to za příznivé konstelace stanovištních podmínek. Pro přirozené zmlazení určité dřeviny je její existence v porostu, respektive její semenný opad. Podrostitní způsob obnovy je charakteristický uchycením semenáčků pod mateřským porostem, a je uváděn jako jeden z nejvhodnějších hospodářských způsobů pro přirozenou obnovu. Předpokladem pro vzklíčení přirozeného zmlazení je také ideální stav půdy (vhodné klíční lůžko). To je důležité hlavně pro vzetí semenáčků a jejich následné přežití. Tento vhodný stav půdy je realizován především biologickou přípravou půdy, která je vzpjatá s cílenou těžbou dříví (snižuje se zápoj, zvyšuje se světelný tok světla a srážek). Obnovní těžba reguluje rychlost rozpadu hrabanky, vývoj humusu a také vznik možné přizemní vegetace (Vacek, 1981). Proti vyschnutí semen je důležité jejich zakrytí tenkou vrstvou minerální půdy (León-Lobos, Ellis, 2002).

Mezi další předpoklady patří vhodné klimatické podmínky – porostní klima a porostní povětrnost. Tyto faktory ovlivňují opad semen, vzdálenost doletu ale i vzejití semenáčků a jejich přežití v prvním vegetačním období (Bellemare et al., 2002).

Jedním z dalších důležitých aspektů vzniku přirozené obnovy je výskyt semenného roku. Ten je lesním hospodářem jen velmi těžce ovlivnitelný. (dlouhodobou péčí o zdárný vývoj korun stromů). Přirozená obnova

úspěšně vznikne tehdy, pokud se všechny faktory a podmínky střetnou v jeden čas (Vacek et al., 2009).



Obr. 2: Příznivé podmínky přirozené obnovy lesa a vznik příznivé časové shody všech základních předpokladů pro vznik náletů. (upraveno podle Wanselow 1949 in Poleno et al., 2009)

### 3.2.2 Specifika přirozené obnovy lesa

Vznik přirozené obnovy oproti umělé obnově trvá zpravidla déle. Vychází ze správně načasované fruktifikace semenných stromů a končí dosažením růstové fáze mlaziny. Důležitá je návaznost všech přirozených procesů na sebe, které pak tvoří jeden společný sled (Vacek et al., 1995).

Přirozená obnova se častěji vyskytuje v chladných oblastech, a to zejména ve středních a vyšších polohách, kde se vyskytuje i více srážek. Na těchto srážkově příznivých lokalitách je dosažení a vývoj přirozené obnovy snazší, neboť zde nepůsobí tak vliv větru a slunce jako na nízko položených nebo exponovaných lokalitách (Fischer, Lindner, 2002).

Nejsnáze se daří přirozené obnově v edafické kategorii kyselé (K). Kyselá kategorie je zároveň základní kategorií ekologické řady, která je

nejrozšířenější v ČR, a to právě kvůli menšímu zabuřeňování půdy (Vacek et al., 2009).

Přirozená obnova stanovištně nevhodných dřevin je jedním z problémů. Často se k těmto dřevinám přistupuje zcela negativně. Jedná-li se o invazní (rychle se šířící geograficky nepůvodní dřeviny) je toto stanovisko na místě (Mansourian, 2005). Avšak nepůvodní dřeviny mají využití např. jako zápojně dřeviny (v jejich náletech se sporadicky nacházejí dřeviny cílové skladby). Jako nežádoucí nálety lze uvést nálety smrku v nižších vegetačních stupních, s příměsí buku, jedle, javoru, modřínu, borovice apod. Některé dřeviny (modřín, borovice i javor mléč) postupně předrůstají cílové dřeviny zcela samy. Problém nastává, když např. smrk přeroste žádoucí dřeviny a pohltí je. Zde je nasnadě zásah lesníka a vyřezání nevhodných dřevin. Pro omezení náletu smrku je vhodné vytvoření omezujících podmínek jeho vzniku a přežití. (Klimo et al., 2000). Zhoršení podmínky je například nedostatek světla (udržení horní etáže ve vysokém zápoji). Tímto zástínem se vytvářejí vhodné podmínky pro přírůst buku a jedle. Smrkové nálety jsou následně postupně redukovány automaticky. Zbývajícím jedincům je sníženým osvětlením omezen přírůst. Stinné dřeviny mají naopak rezistenci ke sníženému příjmu světla a po prvním zásahu lesníka budou již předrůstat nálety smrku samy (Korpeř et al., 1991).

Tento jev se uplatňuje zejména na vlhkých stanovištích. Jak uvádí Bolte a Villanueva (2006) na lokalitách sušších je uplatňována spíše konkurence o vodu a živiny než o světelný požitek. V tomto ohledu přicházejí stínomilné dřeviny o svou výhodu, která vychází z jejich tolerance k zastínění. Za předpokladu vysokého zastoupení náletových dřevin v mýtním věku (aniž by se nutně předpokládalo jejich udržení v celé době existence porostu), přeci jen nedochází k úplnému zakmenění a zapojení porostu. Pro doplnění ke 100 % lze přistoupit následně:

- Dosazením cílových odrostků či poloodrostků do volných míst, jedná se zejména o vitální sazenice v počtech 200–400 kusů na hektar. Pomalu

rostoucí buk je nutno uvolňovat před smrkem například komolením (Plíva, 2000).

- Ponechání určitého menšího podílu smrku (částečně v podružném porostu) do mýtního věku. Při přeměně smrkové monokultury na smíšené porosty nemusí výlučně docházet kompletně k odstranění smrku z druhové skladby. Smrk dokáže tvořit vhodnou směs například s bukem a jedlím ve 4., 5. i 6. LVS (Vacek et al., 2009).

### 3.2.3 Výhody a nevýhody přirozené obnovy

Mezi hlavní výhody přirozené obnovy lze zařadit:

- Uchování původních populací (včetně nepůvodních populací na daném území), které se na stanovištích geneticky osvědčili. Nepůvodní dřeviny neznamení nevhodné dřeviny pro dané stanoviště. O vhodnosti stanoviště pro danou alochtonní dřevinu poukazuje vysoký vzrůst, vitalita a s ní i spojená produkce. Přirozená obnova na těchto stanovištích vychází z evidovaných a osvědčených porostů, které zaručují využití pouze kvalitního reprodukčního materiálu s osvědčením jeho původu (Korpel et al., 1991).
- Vysoká adaptabilita přirozené obnovy mikrostanovištním poměrům. Tuto adaptabilitu nelze docílit jiným způsobem (Vacek et al., 2009).
- Udržení vysoké genetické diverzity populací (Vacek et al., 2009).
- Vývoj semenáčků je nerušený z pohledu zásahů do kořenového systému oproti sazenicím. Nálet se vyskytuje na přirozeně vybraných místech, kde nedochází k žádné manipulaci s kořenovým systémem, to má za následek lepší mechanickou stabilitu, a zakořenění než vysazené kultury (Mauer, 2005).
- Péče o mlaziny z pohledu pěstební péče je vynikající. Včasná přirozená diferenciací z přirozené obnovy je umožňována z hustých a pravidelných porostů. Ta snižuje náklady na výchovu, velké množství (80 až 90 %) jedinců se vylučuje přirozeným proředěním (Reininger, 1992).

- Možnost zisku náletových semenáčků, a to jak k přímé výsadbě do mezernatého porostu nebo jednoleté semenáčky k zaškolkování do školek nebo v semeništi (Kantor, 2001).
- Ušetření nákladů na sadbu nebo síji. Značná úspora i s ohledem na přípravu půdy a vylepšování mezer (Ambrož et al., 2015).
- Menší škody zvěří při vysokých počtech náletových semenáčků (Motta, 1996).
- Zvýšení hodnotového přírůstu na postupně prosvětlovaném porostu, s předchozím podrobným, výběrným a výstavkovým hospodářstvím. Tento přírůst poskytuje ochranu citlivějším dřevinám (jedli, buku, javoru) proti nepříznivým klimatickým podmínkám (Ammer et al., 2008).

#### Nevýhody přirozené obnovy:

- Cíl obnovy závisí na fruktifikaci stromů. Nepravidelnost semenných roků u jednotlivých dřevin, častokrát znemožňuje úspěšnou přirozenou obnovu v každém roce (Mareš, Vacek, 1984). Pravidelnou úrodu každý rok mají javory, břízy, lípy, habry a olše. Modřín a borovice mívají semenný rok každý druhý rok. Semenné roky ostatních dřevin bývají delší. V mezidobí semenných roků je slabší úroda, s menším počtem semen má návaznost i menší přirozená obnova. Naopak semenné roky pro vznik náletu také nejsou velice vhodné. Jak uvádí Gömöry et al. (1998) přehoustlé porosty mají problémy po 2 až 3 letech s prořezáváním, i když je jejich genetická variabilita vysoká. Proto je důležitá podpora přirozeného prořezávání zejména s ohledem na pomalý postup uvolňování náletů (Mareš, Vacek, 1984).
- Problémem může být i nerovnoměrnost hustoty náletu. Mohou vznikat jak přehoustlá místa, tak i mezery, které je potřeba doplňovat. Zanedbáním tohoto doplnění dochází ke snižování kvality okrajových stromů, které jsou pak často jednostranně zavětvené (Kantor, 2001).
- Mateřský porost, který se nachází v lokalitě je schopen přirozené reprodukce pouze takovými druhy dřevin, které se nacházejí v porostu (Poleno et al., 2009) To je omezujícím faktorem v monokulturách, kde

se nenachází široké spektrum druhů dřevin. Ve smrkových monokulturách ale i druhově bohatých lesích se občas nacházejí semenáčky druhů, které se dostaly z jiných zdrojů, například pomocí ptáků, hrabošů či veverek. Větší množství náletů bývá v částech, kde se nacházejí různé druhy dřevin pohromadě. Javor, jasan a bříza velmi dobře a na velkou vzdálenost dokážou transportovat svá semena. U semen dubu a buku hraje převážná role sklon terénu, díky němu jsou schopná se samovolně pohybovat. Svou roli hraje i voda a při silných srážkách i půdotok (Vacek et al., 1996). Mnohokrát stačí jeden zástupce (javor, buk, modřín či borovice), a nasemenění v nejbližším okruhu bývá překvapivě vysoké (Poleno et al. 2009).

### **3.3 Ekologické aspekty hlavních dřevin**

#### **3.3.1 Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.)**

Buk lesní se vyskytuje zejména v oceánickém a suboceánickém klimatu, je náchylný na sucho a k pozdním mrazům (Ningre, Colin, 2007). Ideálně se vyskytuje na čerstvě a minerálně bohatých a humózních půdách (Musil, Möllerová, 2005) od pahorkatin do hor, vyhýbá se vlhkým půdám. Je to značně stinná dřevina, která trvale snáší zástin (Ellenberg et al., 1992). Dle buku je pojmenován i lesní vegetační stupeň – bukový (4.), kde je i jeho produkční optimum. V našich podmínkách se buk vyskytuje v podstatě na všech ekotopech, kromě stanovišť ovlivněných vodou. V jedlobukovém (5.) LVS má mírnou převahu nad jedlí a převládá také ve stupni smrkobukovém (6.), zde má na chudších stanovištích sníženou vitalitu (Úradníček et al., 2009). Svým růstem se na ostatních lokalitách velmi přibližuje smrku a vždy zasahuje do hlavní úrovně. Buk snižuje své zastoupení na 10 až 20 % v 7 LVS, a vyskytuje se výlučně v podúrovni smrku. Zastoupení buku v 8. LVS i nadále dále klesá podobně jako v 7. LVS (Poleno et al., 2009).

Přirozená obnova buku má významnou úlohu, a to zejména z ekologických a ekonomických důvodů (Geßler et al., 2007). Buk je dominantní dřevinou



celého spektra stanovišť. Je to stínomilná dřevina, která má předpoklady ke spontánní přirozené obnově ve starých porostech se sníženým zakmeněním. Na plochách bez ochrany mateřského porostu často trpí pozdními mrazy a bujným růstem buřeně. Cílem pěstební péče je vysoká jakost bukového dřeva. Tento předpoklad lze splnit na vhodných lokalitách s vysokou kvalitou a hustotou mlazin. Snížená schopnost buku se přirozeně obnovovat je způsobena vlivem imisí. Na kyselých půdách je snaha tuto špatnou bilanci zlepšit vápněním. Vysoká nepravidelnost fruktifikace je hlavním objektivním problémem pěstování buku. Fruktifikace z pohledu, jak kvality, tak kvantity je také ovlivněna imisemi (Vacek et al., 1983).

Rozdíly u buku mezi kvetením a semeněním jsou běžné. Příčina se nachází v pozdní mrazech, letní suchách, chladném a vlhkém letní počasí apod. Rozdíl mezi dvěma semennými roky je důležitý zejména z pěstebního hlediska. Interval fruktifikace buku je v posledních letech téměř každé dva roky. Je faktem, že se jedná ale spíše o slabší fruktifikaci, jak tomu dokládá i výskyt semenáčků. Semenné roky jako bohaté je možno označit pouze ty roky, kde se vyskytovalo více než 250 bukvic na m<sup>2</sup>. Tento interval je cca jednou za 8 let (Vacek et al., 2009).

Plodem buku je trojboká nažka s tvrdou skořápkou, asi 1 cm veliká. Skladování bukvic probíhá za sníženého obsahu vody (8–10 %) v uzavřených plastových obalech při teplotě –7 až –10 °C (Pukacka, Ratajczak, 2007).

Nejkritičtější fází přirození obnovy buku je zimní přežívání bukvic, respektive přežití první pár týdnů po vyklíčení. V posledních letech se jeví jako výrazným omezujícím faktorem přirozené obnovy divoká prasata a spárkatá zvěř. Převážná úroda bukvic nedokáže vyklíčit, jelikož je zkonzumována během podzimu a zimy. Bukvice jsou nadále ohroženy plísní (*Phytophthora cactorum*) a dalšími houbovými chorobami (*Rhizoctonia solani*) atd. (Procházková 2009). Oblíbenou potravu představují bukvice i pro holubi (*Columma palumnus*), pěnkavy (*Fringila*

*coelebs*) ale i pro myšice (*Apodemus flavicolis*) a norníky (*Clethrionomys glareolus*) (Vacek et al., 2009).

Vliv abiotických faktorů jako je mráz a jarní přisušek také přispívají ke ztrátám bukvic. Bukvice zasychají také z příčiny zaplevelené a zahuřené půdy, kdy se nedostávají do půdy, kde by mohli vzklíčit. Souhrou příznivých okolností lze počítat vzetí semenáčků s menší pravděpodobností než 50 % (Burschel et al., 1964).

Podrobným způsobem je buk obnovován, zejména s ohledem na vznik přirozeného zmlazení. Rozhodujícím faktorem pro vznik přirozeného zmlazení, je i mimo jiné přítomnost světelného požitku pro semenáčky. Ze všech ostatních pěstebních opatření má právě světlo nejvýraznější efekt (boj s buřením, oplocování náletů, hnojení). Dlouhodobé neuvolňování nárostů na prudkých svazích má za následek nevhodný vývoj porostů (fototropismus, křivý kmínek, špatné odrůstání). Ve výchově bukových porostů se přednostně odstraňují jedinci s vidličnatým kmenem (od 1 m výšky jsou tvořeny vidlice, geneticky podmíněná vada), poškození jedinci, předrostlíci a obrostlíci (Vacek et al., 2009).

### **3.3.2 Smrk ztepilý (*Picea abies* /L./ Karst.)**

Smrk ztepilý je jedna z nejvýznamnějších hospodářských dřevin vyskytující na našem území, ale i v celé Evropě (Janda et al., 2014). Smrk se v dnešní době umělou kultivací rozšířil do všech LVS (velice často v monokultuře), ale jeho produkční optimum v ČR má v nadmořské výšce 550 až 1 000 m. Smrk má tzv. povrchový (talířový) kořenový systém. Při silném větru hrozí jeho vyvrácení, jak uvádí Vicena et al. (1979). Výrazné zastínění snáší smrk zejména v mladém věku. Na živiny je smrk velice nenáročný, avšak minimální přísun živin ho růstově omezuje. Vysoké obsahy živin způsobují smrku různé druhy hnilob. Smrk je také velmi často napadán kloubnatkou smrkovou (*Gemmomyces piceae*) (Zýka et al., 2018) a také václavkou smrkovou (*Armillaria ostoyae*) (Černý, 1989). Smrk je adaptován na značný tlak sněhu a námrazy, a to zejména úhlem nasazení větví, typem větvení a

tvarem koruny (Vacek, 2004). Kvantita a kvalita fruktifikace a s ní spojený Interval semenných let, se různí v jednotlivých smrkových porostech, je dán lokálními porostními a stanovištními podmínkami (Svoboda, 1953). Snížená schopnost smrku je především v oblasti horní hranice lesa. Smrk se na podobných lokalitách rozmnožuje hřížením.

Obtížné je také uchycení semenáčků ve vysokých polohách (vliv větru, sněhu, členitost terénu, nízké teploty atd.). Nové generace smrkového porostu se uchycuje v mezernatých světlinách v mateřském porostu. Právě tyto místa mají vhodnější stav humusu a přízemní synuzie, společně s mikroklimatickými podmínkami utvářejí prostředí vhodné pro uchycení a odrůstání semenáčků (Lokvenc, 1959). Pro přirozené zmlazení je nejvhodnější maloplošná forma podrovního způsobu či některá forma výběrného lesa. Tyto metody obnovy mají oproti holosečnému způsobu výhodu v efektivnějším využití produkčního potenciálu stanoviště. Dochází k širší a dlouhotrvající možnosti uplatnění důsledného výběru, nižšímu provoznímu riziku, větší stabilitě a lepší ekologické funkčnosti (Mayer, Ott, 1991).

### **3.3.3 Javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.)**

Javor klen lze zařadit do skupiny tzv. „suťových dřevin“. Ideální podmínky pro růst javoru jsou na balvanitých, suťových a roklinových půdách za vhodné vlhkosti (Úradníček et al., 2009). Světelnými požadavky lze zařadit javor klen i javor mléč jako polostinné dřeviny, nelze ale ani vyloučit jejich výskyt ve vysoce zastíněných lokalitách. I s výskytem přízemní vegetace a sníženého zakmenění, probíhá přirozená obnova velice dobře (Musil, Möllerová, 2005). Tato přednost tak umožňuje snadno využití podrovního způsobu. Javor se řadí k dřevinám poměrně odolným vůči pozdním mrazům (Poleno et al., 2009). Javor je svými ekologickými vlastnostmi vhodný pro tvorbu smíšených porostů, zpravidla tvoří směs s bukem. Na strmých svazích (balvanitých a suťových půdách) javor klen buk nahrazuje, dosahuje zde vyššího zastoupení, a to zejména ve směsi s jedlím, jasanem a eventuálně i

s jilmem horským v suťových javořinách (Poleno et al., 2009). Klen má výhodu v rychlosti růstu v mládí oproti konkurenčním dřevinám, není tak nikterak růstově omezován. Z tohoto důvodu by se klen měl obnovovat dříve než buk. Světlostním přírůstem je buk schopen lépe vyplnit uvolněný prostor po kleně. Tyto vztahy kleny a buku bývají často narušovány, zejména v mládí, vlivem spárkaté zvěře. Javor je velmi hodnotná dřevina. Nachází se tam, kde se jiné dřeviny často nedokážou efektivně uchytit. Přirozená obnova javoru bývá bezproblémová. V sounáležitosti se stínomilností, dřevina nemá problém s bylinnou konkurencí, která často chybí. Javor se velice dobře přirozeně obnovuje, a to zejména z důvodu jeho pravidelné každoroční fruktifikace. Semena jsou lehká a okřídlená (v 1 kg je více než 10 tisíc čistých semen), roznáší je vítr na velké vzdálenosti (Hong, Ellis, 1990). Javor je potřeba, zpravidla individuálně, chránit před srnčí zvěří, která působí největší škody (Vacek et al., 2009).

#### **3.3.4 Olše lepkavá (*Alnus glutinosa* L.)**

Přirozený areál má olše lepkavá od nížin až do vyšších poloh (cca 800–900 m n. m.) Roste často na těžších zaplavovaných a zabahněných půdách, neomezuje jí ani stagnující voda (Lukáčik, Bugala, 2005). Nároky na světlo má menší olše šedá. Olše se přirozeně vyskytuje na edafických kategoriích T, G, L, částečně na R. Nachází se ve vegetačních stupních od jedlových bučin až do smrkových bučin (Vacek et al., 2009). Olše má přirozené rozšíření pouze na jihu České republiky (Koblížek et al., 2001). V porostech často tvoří směs jasanem ztepilým, olší šedou a smrkem ztepilým. Hlavní předností olše je její ekologická funkce, zařazuje se k tzv. melioračním dřevinám. Výrazně vylepšuje půdu a zabraňuje rozvoji buřeně, vlivem svého stínu a také velkým množstvím rychle tlejícího listí. Olše se přirozeně obnovuje zejména vegetativně, a to kořenovými a pařezovými výmladky (Saarsalmi, 1991). Generativní obnova probíhá především na nezabuřenělých lokalitách, ve skupinovitém či hloučkovitěm uspořádání. Olše lepkavá není dlouhověková dřevina. S ohledem na její ekologické nároky je její důležitost spjatá zejména s půdochrannou a meliorační funkcí.

Potenciál olše se nachází také v ovlivnění chemismus půd, dokáže především obohatit půdu o dusík (Mander et al., 2008). Naopak zvýšeného obohacení dusíkem může vést až k vyplavování nitrátů. Tyto vysoké dávky mohou vést až k acidifikaci či dalším ztrátám bází. Možnost zrychlené mineralizace nadložního humusu nelze také zanedbat. Tento fakt v kombinaci s imisemi tvoří nežádoucí jev, který se objevuje v podmínkách horských stanovišť (Vacek et al., 2009).

### **3.3.5 Bříza bělokorá (*Betula pendula* Roth.)**

Funkce břízy byla až do nedávna spíše v roli pomocných porostů, a to jak jednotlivě, tak i ve skupinkách. Umožňovala tak obnovu dřevin ekologicky více náročnějších. Všeobecně z hospodářského hlediska byla bříza hodnocena znakem extenzivity, kromě lokalit chudých nebo podmáčených (Úradníček et. al., 2001). Požadavek optimálního výnosu březové porosty často nesplňovali, a proto byly přeměňovány. Jakkoli přimíšená či vtroušená bříza byla z porostů odstraňována. V horských polohách došlo k výrazným ekologickým změnám, v této souvislosti se změnil i postoj březovým porostům (Poleno et al., 2009). V imisně silně zasažených polohách byly vybrány právě ty dřeviny, které dokážou odolat imisím, extrémním bioklimatickým výkyvům, popřípadě půdním poměrům, se silným imisním účinkem (Kula, 2001). Do velmi silného imisního pásma byla bříza uměle dosazována jak v Krušných horách (Kula, 1998), tak i v Krkonoších. Tyto porosty lze označit za porosty náhradních dřevin, jelikož zastupují porosty hospodářsky hodnotnější. Jejich výše výtěže je omezena, vychází z přirozených stanovištních podmínek. Kardinální funkcí porostů náhradních dřevin je v první řadě plnění ekologických funkcí lesa (protisesuvná, hydrická, klimatickoochranná aj.). Březové porosty mají specifické atributy, díky kterým jsou schopny tvořit porosty náhradních dřevin. Těmito vlastnostmi jsou zejména: široká ekologická valence, vysoký generativní reprodukční potenciál a vysoká tolerance k imisně ekologickému stresu. Bříza má schopnost, obdobně jako jeřáb, osídlovat prakticky jakýkoli půdní substrát, a to díky jejím diasporám (Hynynen et al., 2010). Z pěstebního a

ekologického hlediska rozlišujeme kromě břízy bělokoré (*Betula pendula* Roth.) břízu karpatskou (*Betula carpatica* W. et K.) a břízu pýřitou (*Betula pubescens* Ehrh.) (Vacek et al., 2009). Košút (1982) zhodnotil břízu pro lesní hospodářství z pohledu pěstebního, biologického i z pohledu využití dřeva následovně: Kromě pěstování břízy v imisních oblastech, kde je významná funkce lesa mimoprodukční, zohledňuje i přiměřený produkční efekt. Avšak za podmínek dobrých genetických predispozic. Význam břízy z ekologického a pěstebního hlediska je zejména v horských oblastech (Vacek et al., 2009).

### **3.3.6 Jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.)**

Jeřáb je typickou pionýrskou dřevinou, díky svým biologickým vlastnostem. Využívá k růstu místa, kde se jiné pionýrské dřeviny nedokážou uchytit. Dokáže růst i ve vysokých polohách, kde se již nedaří osice a bříze, na sutích a na ekotopech s výraznou vrstvou surového humusu (Myczkowski, 1955). Jeřáb má značnou adaptabilitu na klima, rychlé střídání teplot mu nevadí, snáší i velmi drsné zimy a mrazové polohy. Jak uvádí Somora (1958) dobře odolává suchu, a to jak na skalnatých strmých svazích, tak i na sutích. Jeřáb je spíše dřevinou přimíšenou nebo vtroušenou, přirozený výskyt má v zakrslých (jeřábových) smrčínách. Dle Koblížka et al. (2001) neobsazuje hluboké rašelinné půdy. Trvalé porosty jeřábu se nacházejí v nejvyšších lokalitách klimaxových smrčín. Tyto partie se nacházejí v extrémních horských polohách s imisním dopadem, kde pro obnovu cílových dřevin nebyly ideální podmínky (Vacek, Tesař 1991). Jak uvádí Kantor (1989) jeřáb se řadí mezi jednu z nejdůležitějších melioračních dřevin v horských polohách. Využití jeřábu v minulosti bylo principiálně ochranné – náhradní dřevina těžko zalesňovaných ploch (Klika, 1947). Jeho využití se dá také nalézt na rozsáhlých plochách po kůrovcových či větrných kalamitách, na svazích ohrožených erozí, sesuvy nebo lavinami. Anebo i tam kde nápor sněhu ztěžuje zalesňování. Při existenci diaspor je na tom jeřáb podobně jako bříza. Pro osídlování nových ploch je pro jeřáb ptačí důležitý alespoň minimum humusu v půdním substrátu (Svoboda, 1957);

dokáže se také ujmout i v trouchnivějícím dřevě. Jelikož se jeřáb řadí mezi pionýrské dřeviny není jeho obhospodařování až tak primární jako u většiny cílových dřevin. V běžných provozních podmínkách byl jeřáb vyřezáván z přirozených náletů a nebyl o něj dlouhodobě ekonomický zájem. S ohledem na toleranci jeřábu a jeho širokou ekologickou valenci zejména vůči imisně ekologickému stresu, můžeme predikovat jeho nárůst v zastoupení v porostní skladbě. A to i z důvodů jeho melioračních a porostotvorných vlastností, v lokalitách právě silně poškozených imisně ekologickým stresem (Vacek et al., 2009).

### **3.3.7 Dub zimní (*Quercus petraea* /Matt./ Liebl. .)**

Dub zimní má stanovištích optimum ve 2. LVS, prosperuje však i ve 4. LVS. Přirozená reprodukce dubů je ovlivněna tuhými zimy, žaludy jsou během ní silně poškozovány tuhými mrazy. Kromě silných škod, způsobovaných černou zvěří, jsou žaludy likvidované i myšicemi (*Apodemus sylvaticus*, *A. flavicollis*) a norníky (*Clethrionomys glareolus*) (Vacek et al., 2009). Semenné produkce jsou také často napadané hlízenkou žaludovou (*Ciboria batschiana*) (Schröder, Kehr, 2004). Dub se řadí mezi slunné dřeviny, vyžaduje pro svůj vývoj a růst výrazně více světla než například buk lesní. Výrazné prosvětlení mateřského porostu, je důležité k přirozené obnově. Prosvětlení porostu také iniciuje zvýšenou vitalitu bylinné a travní vegetace. Dub díky svému kulovitému kořenu rychle dosahuje hlubších vrstev půdy s vyšší vlhkostí. Tento fakt mu dává výhodu před bylinnou, a i částečně dřevinnou konkurencí (Drexhage, 1999). Dub zimní je také charakteristický tvorbou kmenových výmladků (vlků), a to zejména na starých kmenech stromů. Tento jev se projevuje nejčastěji v rozvolněných porostech. Tyto výmladky snižují kvalitu dubového dřeva. Tomuto znehodnocení se dá předcházet, například s využitím systému francouzské probírky (na porostní ploše zůstanou malé počty vysoce kvalitních stromů se širokými korunami) (Kupka, 2008). Mezi další prvky zabránění tvorby výmladků je zamezení prosvětlení porostu, a to zejména ve fázi obnovy lesa. Zde je snaha o kvalitní péči s ohledem na pravidelně rozmístěné stromy podružného

porostu. Pro přirozenou obnovu běžným způsobem není potřeba zpravidla žádná příprava půdy. Využití přípravy půdy lze očekávat na suchých půdách, kde je vhodné i zapravení žaludů přímo do půdy. Zapravení žaludů do půdy zvyšuje vzcházení semenáčků, a předchází nebezpečí pozdních mrazů (Jarvis, 1964). Primární roli při přirozené obnově musí hrát obnova dubu s příměsí zejména stinných dřevin. Ty jsou důležité pro správný vývoj a odrůstání, také musí doplňovat dub, avšak ho nesmí svou silnou konkurenci zahubit. Jako nejvhodnější způsob z uvedených hledisek se jeví způsob obnovy skupinovitý. Násečný způsob je vhodný při umělé obnově. Při tomto způsobu je dubu zajištěn dostatek světla a také omezeno nebezpečí napadení padlím dubovým (Poleno et al., 2009).

### **3.4 Škody zvěří**

Největší škody zvěří vznikají na nejmladších lesních porostech. Škody způsobuje především zvěř spárkatá, která od minulého století zvyšuje stále své stavy (Vacek, 2017). Vysoké stavy zvěře v dnešní době prakticky znemožňují listnaté a smíšené porosty, bez mimořádně vysokých nákladů na ochranná opatření, vypěstovat (Pfeffer, 1961).

Při současném provozování lesního hospodářství a myslivosti jsou škody zvěří trvalým problémem. Vyřešení těchto škod není jednoduché. Již od poloviny 19. století se se škodami, zejména spárkaté zvěře, snaží lesníci vypořádat, a to s větší i menší úspěchy. Důvody poškozování jsou pravděpodobně velice různorodé a jejich efektivní a účinné odstranění je otázkou pochopení složitých potravinových vztahů, které na určitém místě existují (Kessl, 1957).

Vznik škod je výsledkem několika faktorů:

- početností zvěře,
- úživností prostředí,
- specifických nároků zvěře na potravu a prostředí.



Nejčastější škody, se kterými se můžeme v lesních porostech setkat jsou způsobeny loupáním, (ohryzem) a okusem. Loupání lze rozdělit na letní a zimní. Letní loupání je nebezpečnější oproti zimnímu. Zvěř kůru, jak na kořenových náběžích, tak i na kmeni, prokousne a odtrhává v celých pruzích i s lýkem. Tako postihnuté jsou zejména stromy mladšího věku (od mlazin až po nastávající kmenoviny) (Poleno et al., 2009).

### 3.4.1 Škody okusem

Důsledky velice silného zatížení můžeme vypočítat z hodnocení četných provozních i speciálních kontrolních oplocenek. Nárosty i uměle založené kultury se bez ochrany stávají početně i druhově stále chudší. Rostou omezeně a setrvávají dlouhou dobu ve stádiu nejvíce ohrožených lesních porostů (Pfeffer, 1961). Dřeviny v oplocenkách se dostatečně obnovují oproti dřevinám mimo oplocenku. Tyto dřeviny jsou silně okusem redukovány. Okus srnčí ohrožuje jak semenáčky, tak i sazenice hlavně ve výšce od 20 cm do 130 cm (Engeßer, 2015). Terminálního okusu činní v průměru 0,3 až 0,5 roku ztrátu. Ztrátu zvládají lépe vitálnější jedinci na vlhčích půdách. Kromě ztráty přírůstu, dochází i ke snížení kvality dřeviny, (tvorba vidlic a deformace kmene). Při opakovaném okusu může dojít až ke křovitému růstu (Eiberkle, 1968). Spárkatá zvěř (zejména srnčí) si vybírá selektivní pastvou i určité druhy bylin, keřů a tím je potlačuje. Spásány naopak nebývají různé druhy trav, které bez konkurence mají bujný růst a významné rozšíření. Druhově chudá společenstva s dominancí trav zhoršují podmínky pro přezimování semen i jarní klíčení a pro vzcházení semenáčků lesních stromů (Malík, 2007).

Okusem jsou poškozovány všechny cílové dřeviny. Největší škody jsou na listnáčích, zejména na javoru klenu a buku. Z jehličnatých dřevin trpí okusem bezesporu nejvíce jedle (Liss, 1998), ale poslední dobou i douglaska. Ztráty na kulturách činní okus zvěří asi 25 % (Poleno et al., 2009).

Poškozené porosty okusem lze na první pohled rozeznat. Okusem terminálu či bočních větvíček se kromě zpomalení růst stromků deformuje i jejich tvar. Se sníženou vitalitou se také prodlužuje doba zajištění kultur. Poškození terminálního výhonu má dalekosáhlejší dopad na výškový přírůst a z tohoto důvodu je závažnější. Boční okus větvíček snižuje vitalitu, ale primární dopad na výškový přírůst nemá. Okusem jsou postihovány všechny druhy obnovy (sazenice, semenáčky i starší jedinci) a to v různém ročním období bez ohledu na druh dřeviny. Na okusu se podílí významnou mírou zejména zvěř srnčí (Engeßer, 2015).

Kromě okusu dochází u mladých stromků také ke škodám vytloukáním. Spárkatá zvěř při odstraňování lýčí ze svých vyvinutých parohů odírá o stromy a keře, čímž dochází k poškození kůry a lýka. Rozsah a význam vytloukání je mnohem menší než u škod způsobených okusem (Poleno et al., 2009).

### **3.4.2 Škody loupáním kůry a ohryzem**

U jehličnatých dřevin jsou v současnosti nejvýznamnější škody v podobě loupání kůry a ohryzu. Zejména smrk je často poškozován. Poranění stromů je doprovázeno infekcí dřevokaznými houbami (např. pevníkem krvavějícím) (*Stereum sanguinolentum*), který způsobuje červenou hnilobu oddenku. Zeslabené stromy se větrem a sněhem snadno v poranění lámou (Mrkva, 2001).

Loupání kůry se vyznačuje strháváním pruhů kůry a lýka v podélném směru, což je možné v době mobilizační fáze růstu dřevin v předjaří a během vegetace. Nejzávažnější škody jsou způsobovány zvěří jelení a mufloní. Poškozovány jsou nejvíce smrčiny ve věku 20–50 let, kdy na stromech ještě převládá hladká kůra. Ohryz lze popsat jako poškozování kůry a lýka stromů v zimním období při získávání potravy. Lze opět jednoznačně rozeznat, jsou patrné stopy zubů na kmeni a na větvích. Kromě smrku, který je poškozován ohryzem nejvíce, jsou poškozovány téměř všechny dřeviny (Uhlířová et al., 1996).

Důvody k loupání a ohryzu, nejsou jednoznačně objasněny. Jedním důvodem může být samotný fakt, že je ve zvýšené míře nevhodně pěstován jak smrk, tak i chována vysoká zvěř. Jako podružnější se jeví nedostatek potravy, sociální stres a návyk. Závažnější může být již dříve uváděná příčina, tj. nedostatek vápníku, popř. i dalších prvků ve výživě zvěře, který se ve velkém množství nachází právě v kůře (Malík, 2007).

### **3.4.3 Ochrana proti zvěři**

#### **3.4.3.1 Biologická ochrana proti zvěři**

Proti výše uvedeným škodám může být významná biologická ochrana. Současné hospodářské lesy, tvořené v ČR ze 76,6 % jehličnatými dřevinami, neposkytují zvěři dostatečné množství pastevních příležitostí. Podrovní hospodářský způsob kladně ovlivňuje přirozenou úživnost lesních honiteb. Podrovní způsob je pro zvěř výhodnější než způsob holosečný (Švarc, 1981).

Princip biologické ochrany spočívá v chovu zvěře v přiměřených počtech, poměru pohlaví a stáří. V dnešní době jsou jarní kmenové stavy každý rok přibližně stejné, i když se odlov stále zvyšuje. Důležitější je zejména fakt biologické ochrany, který spočívá ve snížení stavů zvěře na stav normovaný. Tento stav je úkolem myslivců, aby byl dodržován. Skutečnost se od normovaného stavu liší a počet zvěře bývá v lokální revírech i několikrát překročena. Tato skutečnost vede k neustálému tlaku zvěře na lesní porosty (Poleno et al., 2009).

Další součástí biologické ochrany je zvyšování přirozené úživnosti. Ať už se jedná o dřevinou skladbu, louky, políčka, okusové a plodonosné dřeviny, či načasování výchovných zásahů a těžeb. Anebo samostatné přikrmování zvěře, s kterým jsou spojeny i prezimovací obůrky (Cislerová, 2001).

### 3.4.3.2 Mechanická ochrana proti zvěři

V principu mechanická ochrana vychází z omezení přístupu zvěře k jednotlivým dřevinám nebo jejich částem. K tomuto zamezení je využito mnoho typů a forem mechanických prostředků. Mezi nejčastější mechanické ochrany, které jsou využívány, patří různé typy oplocenek. Oplocenky mají jak výhody (zabraňují vstupu zvěře do oplocené), tak i nevýhody (vyšší náklady na realizaci, snižují pastevní plochu). Zpravidla jsou však neúčinnějším opatření tohoto typu ochrany. Velikost oplocené plochy by měla dosahovat maximálně 4 ha, běžné oplocenky se pohybují ve výměře od 10 arů do 1 ha (Cislerová, 2001). Jednotlivé oplocenkové díly se používají k ochraně samostatných stromků nebo odrostků. K výrobě je využíván různý materiál. Díly mohou být ze dřeva (Hanophy, 2009), ale také i z umělé hmoty. Výška oplocenky je vztažena na druhu převládající zvěře a obvykle nepřesahuje 2,5 m (Jurásek, 1998).

Další prostředky jsou individuální mechanické ochrany chránící jednotlivé sazenice nebo stromy. Toto individuální oplocení je vyráběné z tyček, drátěného pletiva nebo plastů. Při instalaci oplůtky se jeví obtížné jeho zakotvení k zemi (lze jednoduše porazit člověkem, zvěří, větrem i sněhem) Při větším počtu těchto oplůtek po celém lese je obtížné v krátké době oplůtek opravit, dochází tak zpravidla znehodnocení práce i nákladů (Švestka et al., 1996).

Jedna z dalších mechanických ochran je ochrana terminálního výhonu sazenice různě tvarovanými toulečky z plastů, či drátěnými spirálami. U těchto prostředků je nutná kontrola a úprava dvakrát do roka. Občas se k ochraně výhonů používala i koudel (Zabloudil, Korhon, 2005).

Proti loupání a ohryzu kůry se provádí na jednotlivých stromech ovaz suchým nebo zeleným klestem, také je možné jednotlivé stromy v ohrožené výšce (vystavené loupání) natírat barvou nebo repelenty (Poleno et al., 2009).

### 3.4.3.3 Chemická ochrana proti zvěři

V současnosti je v ČR chemická ochrana proti zvěři nejvíce používaná. K individuální chemické ochraně sazenic se používají tzv. repelenty. (Forst et al., 1985). Zvěř se na repelenty snadno adaptuje, a proto je důležité je neustále obměňovat vzhledem k této skutečnosti. Mezi základní požadavky na repelenty patří především neškodnost vůči chráněným dřevinám a dostatečná odpudivost vůči zvěři (komplexní působení na základní smysly zvěře) (Cislerová, 2001). Způsob aplikace ovlivňuje dřevina, roční období, způsob výsadby, její věk, spon sazenic, členitost terénu, výskyt zvěře a další okolnosti. Všechny používané repelenty jsou zanesené v seznamu registrovaných přípravků na ochranu lesa vydávaném státní rostlinolékařskou správou. V něm se uvádí seznam aktuálně povolených přípravků, jejich dávka a způsob aplikace (Vosátka, 2007).

Repelenty k ochraně lesních kultur se v době vegetačního klidu aplikují postřikem nebo nátěrem. Nátěr se provádí především k ochraně listnatých sazenic a starších jehličnatých stromů. Na nátěry repelentů se obvykle používají dvojice kartáčů na dlouhých rukojetích s fíbrovými štětinami postavenými proti sobě. K ochraně mladých sazenic jehličnatých dřevin vysázených v těsnějším sponu nebo v pruzích se nejvíce používá postřik. Rozptylem postřiku jsou chráněny i postranní větévky s pupeny, jejichž okus zpomaluje růst mladých sazenic (Poleno et al., 2009).

## **4 Materiál a metodika**

### **4.1 Charakteristika zájmové oblasti Krušné hory**

#### **4.1.1 Charakteristika přírodní lesní oblasti Krušné hory**

Rozloha přírodní lesní oblasti Krušné hory čítá 180 015 ha s lesnatostí 63 % a porostní plochou 121 944 ha. PLO Krušné hory se nachází v severozápadních Čechách při státní hranici se Spolkovou republikou Německo a je protáhlého tvaru. Západní část je tvořena od Aše až po východ k Petrovicím. Jako východní část Krušných Hor, je popsána část severovýchodně od Klínovce, tato část byla v minulosti nejvýznamněji poškozena imisní kalamitou. Zalesňování kalamitních ploch bylo provedeno zejména náhradními dřevinami jako je například smrk a bříza. Často zde byla aplikována celoplošná příprava půdy dozery (OPRL, 1999).

#### **4.1.2 Geomorfologické poměry**

Jak již bylo zmíněno Krušné hory tvoří protáhlou oblast. Ve směru SV-JZ 130 km dlouhou a na české straně pouze 6-19 km širokou. Mají charakter zvlněných náhorních plošin ukloněných k SZ, převážně mezi 700–1000 m n. m. a následně tvoří příkrý zlomový svah orientovaný k JV do podkrušnohorských pánví. Zlomový pás je rozdělen výrazně zahluobenými vodními toky. Začátek tohoto svahu se nachází v nadmořské výšce 300–350 m naproti Mostecké pánvi, zato pata krušnohorského zlomového svahu, v západní části, je vytvořena výše v nadmořské výšce kolem 450 až 520 m (OPRL, 1999).

Dle Demka (1965) jsou v rámci České vysočiny Krušné Hory rozděleny do tří částí (jihozápadní, střední a severovýchodní). A to z důvodů odlišných způsobů utváření reliéfu a nadmořské výšky. Z důvodů imisních škod je oblast rozdělena na náhorní plošinu s mírným terénem a členitý zlomový svah. Ve směru SV – JZ se pak rozdílně projevuje část východně od

Klínovce přimykající se k Mostecké pánvi a západní část, která je od Mostecké pánve oddělena nejvyšší částí Krušných hor, Klínovcem s 1243 m n. m., a mimo území Krušných hor mohutným masivem Doupovských hor přesahujících v nejvyšších polohách 900 m n. m. Plošný poměr mezi zlomovým svahem a náhorní plošinou je v JZ části 55 %: 45 %, zatím co v SV části je tento poměr opačný ve prospěch náhorní plošiny – 40 %: 60 % (OPRL, 1999).

### 4.1.3 Geologické poměry

Krušné Hory patří mezi kerné pohoří. Zprvu zarovnaný povrch byl v důsledku saxonského vrásnění na pomezí oligocenu a miocenu vyzdvižen podél ZJZ – VSV orientovaného krušnohorského zlomového pásma. Následně v miocénu vznikly hnědouhelné pánve, a to v místech příkopových propadlin. Vnitřní zlomy zapříčinily rozčlenění Krušných hor na menší kry, které byly následně nerovnoměrně vyzdviženy (OPRL, 1999).

Krušné Hory jsou tvořeny zejména krystalickými břidlicemi a žulovými tělesy. Součástí krušnohorské soustavy jsou také Smrčiny. Toto nevýrazné pohoří navazuje v prostoru zlomové linie u Lubů (Zoubek, 1963). V nejvýchodnějších částech dominují biotitické a dvojslídne pararuly s kolísavým zastoupením křemene, muskovitu, živců a biotitu jen s výjimečným výskytem vložkových hornin (OPRL, 1999).

Skupina přísečnická je dále dělena na měděnecké a metadrobové souvrství na omezeném porostu mezi Halží, Vejprty, Chomutovem, Křímovem, Horou sv. Šebestiána a Černým potokem. Mění se zde často v úzkých pruzích křemen a na živec bohaté pararuly s dvojslídny pararulami, dvojslídny svory i granáticko-muskovitickými pararulami či svory (OPRL, 1999).

Skupina fylitová je více rozšířena v západní části (včetně Smrčin) s centrem na území SRN. Různé typy fylitů lišících se mineralogickým složením i stupni metamorfózy jsou sdruženy v sériích (phycodová, frauenbašská, gräfenthalská) a zahrnují především albitické a grafitické fylity (místy i

sericiticko-chloritický fylit) s hojnými přechody do kompaktních kvarcitů situovaných v pruzích a čočkách. V nejzápadnějším cípu (u Trojmezí) k nám zasahují i jílovité až fylitické břidlice (OPRL, 1999).

#### **4.1.4 Hydrologické poměry**

Pohoří Krušné hory tvoří společně se Smrčinami významné rozvodí mezi ČR a SRN. Zejména horní toky krátkých četných vodotečí odvádějí vodu do PLO podkrušnohorské pánve a SRN a jsou významným geomorfologickým faktorem. Tyto vodní toky mají intenzivní erozní činnosti v silně svažitém terénu. Výrazně modelují území oblasti utvářením hlubokých úzkých terénních zářezů (OPRL, 1999).

Vodárenské využití toků i lokálních pramenišť má své předpoklady bohatě zalesněném terénu, kde se extenzivně provozuje kromě zemědělské činnosti také průmyslová i důlní činnost. Z tohoto důvodu byla vytvořena vodárenská vodní díla Horka na Libockém potoce, Myslivny na Černé, Fláje, Přísečnice, další jsou plánována (OPRL, 1999).

Vodní toky byly díky svému vysokému spádu a trvalé vodnatosti využívány jako zdroje energie k pohonu drobných strojů (pily, mlýny, papírny). Dnes jsou staré vodní náhony využity pro malé vodní elektrárny (OPRL, 1999).

#### **4.1.5 Klimatické poměry**

V obvodu Krušných hor vylišuje Quitt (1975) chladné oblasti CH4, CH6, CH7 a mírně teplé oblasti MT2, MT3, MT4, MT7 a ve Smrčinách i MT5. Oblast CH4 odpovídá zhruba 8. lesnímu vegetačnímu stupni, oblast CH6 přibližně 7. a 6. Lesnímu vegetačnímu stupni, CH7, MT5 a MT3 5. a 6. lesnímu vegetačnímu stupni a oblast MT4 přibližně odpovídá 3. (až 5.) lesnímu vegetačnímu stupni (OPRL, 1999).

Dle Atlasu podnebí ČSR (1958) se nachází PLO 01 Krušné hory v klimatické oblasti B mírně teplé s následujícími okrsky. Okrsek B3 je charakteristicky mírně teplý, mírně vlhký s mírnou zimou, pahorkatinný.



Okrsek B5 je typicky mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinový. Okrsek B8 je mírně teplý, vlhký a vrchovinový. Kromě mírně teplé oblasti se v PLO Krušné hory nacházejí také v chladné oblasti s okrsky: C1, který je typicky mírně chladný a C2, který je chladný a horský.

Náhorní plošina Krušných hor je zařazena do chladného okrsku (C1), oblast Klínovce patří mezi chladný, horský okrsek (C2). Smrčiny s navazujícím svahem jsou zařazeny do mírně teplého, vlhkého, vrchovinného okrsku (B8). Do okrsku mírně teplého, mírně vlhkého, vrchovinového (B5) patří nižší partie Krušnohorského svahu, Jindřichovická plošina, a severní a západní svahy směrem od Chomutova. Lokality na pomezí pánví (pod 500 m n. m) jsou zařazeny do okrsku mírně teplého, mírně vlhkého, s mírnou zimou a pahorkatinný (B3) (Atlas podnebí ČSR, 1958).

Klimatické procesy a jevy jsou ovlivňovány především intenzivní důlní, průmyslovou a energetickou činností v oblasti, a také zemědělským využíváním náhorních plošin. Důsledkem takovéto činnosti jsou pak prašné i chemické imise, které navazují na rozlehlé odlesnění hřebenových partií. Změna chemismu srážek, zvýšená frekvence mlh a změna směru a rychlosti větrů jsou jen další výsledky těchto činností.

Průměrné teploty v přírodní lesní oblasti se pohybují od -5 °C do 17°C. Tyto hodnoty byly zaznamenány na klimatických stanicích v Málkově (367 m n. m.), ve Vejprtech (780 m n. m.), na Přísečnici (790 m n. m.) a na Klínovci (1244 m n. m.). Průměrné srážky během roka neklesají pod 700 mm, v létě pod 400 mm. Vegetační doba (roční) nedosahuje 140 dní během roka. Hodnoty dešťového faktoru odpovídají oblasti velmi vlhké, pomístně humidní až semihumidní s půdotvorným procesem podzolovým (OPRL, 1999).

Teplotní gradient pro PLO Krušné hory se uvádí 0,56 °C na 100 m, to je pokles o 1 °C na 178,5 m. Znamená to, že isoterma 7 °C leží přibližně ve 460 m n. m. (OPRL 1999).

#### **4.1.6 Pedologické poměry**

Pedologické poměry jsou součinitelem působení klimatických vlivů (recentních, historických a prehistorických) na geologické podloží v závislosti souvztažnosti činností člověka (přímé i nepřímé) a konfigurací terénu. Půdní typy, které se v lesní oblasti Krušné hory nacházejí jsou zejména – Litozem, Ranker, Luvizem, Kambizem, Podzol, Kryptopodzol, Pseudogleje, Gleje, Organozem, Fluvizem, Antrozem (OPRL, 1999).

V oblasti Krušných hor jsou typické půdy značně kyselé, chudé a slabě zásobené živinami. Tato skutečnost je dána petrografickým složením a často až extrémními klimatickými podmínkami. Antropické vlivy (odlesnění, změna druhové skladby, produkce toxických polutantů v tuhé i plynné formě) v poslední době ještě více umocnily vliv přirozených podmínek (OPRL, 1999).

Hlavní půdní druhy jsou, v závislosti na půdotvorném substrátu, písčitohlinité a hlinitopísčité. Jen výjimečně se vyskytují půdy písčité či jílovité (OPRL, 1999).

#### **4.1.7 Lesní vegetační stupně**

Pro popsání vztahu mezi klimatem a biocenózou se používají lesní vegetační stupně (LVS), v níž vedle kombinace druhů je rozhodnutí složení přirozené dřevinné složky, především zastoupení klimaxových dřevin dubu zimního, buku, smrku a kleče, případně jedle a borovice. Vegetační stupňovitost je dána klimaticky. Nevyjadřuje se však jen makroklimatem, ale je v spíš většinou mezoklimatem. Ten je výsledkem klimatu a faktorů polohy jako jsou živiny a vlhká půda. Mozaiková rozrůzněnost je právě dána těmito faktory (OPRL, 1999).

Vegetační stupně vyjadřují kompetiční vztahy mezi hlavními dřevinami (dub, buk, jedle, smrk, kleč, borovice, event. další pro specifické podmínky prostředí) v momentálním stupni vývoje přirozených geobiocenóz. Stupně

jsou značeny dle souborů živné řady s vyšší heterogenitou fytoocenóz a přímější závislostí na klimatických faktorech – v ostatních řádech dochází ke zkreslení vlivem dalších faktorů (kyselost, trofnost, vodní režim půd, reliéf terénu, antropické vlivy) (OPRL, 1999).

Zastoupení geografických stupňů v oblasti:

1. Kolinní a suprakolinní (pahorkatinný) – 2. a 3. LVS – smíšené listnaté lesy (duby, buk, lípy, javory)
2. Submontánní (podhorský) – 4. LVS – optimum bukových lesů
3. Montánní (horský) – 5. a 6. LVS – smíšený les smrku, jedle a buku
4. Supramontánní – 7. (a 8.) LVS – převážně smrkové lesy (buk místy v podúrovni)
5. Subalpínský – (8.) a 9. LVS – horské smrčiny a kleč (s jeřábem) pod horní hranicí lesa. Vliv specifických přírodních podmínek způsobuje, že zonalita má místní nepravidelnost (OPRL, 1999).

#### **4.1.8 Soubor lesních typů**

Soubor lesních typů je definován vyšší typologickou jednotkou. Spojuje lesní typy dle ekologické příbuznosti vyjádřené hospodářsky významnými vlastnostmi stanoviště. Kyselá řada a kategorie má v Krušných horách majoritní postavení. Podstatný podíl tvoří také řada ovlivněná vodou – oglejená, podmáčená a zejména rašelinná. Zastoupení stanovišť ovlivněných vodou ovlivňuje právě velikost podílů v LVS (posun do vyšších LVS). Lokality, které byly upraveny buldozerovou přípravou půdy jsou zařazeny do SLT před touto úpravou. Ačkoli tato terénní úprava výrazně ovlivnila, kromě půdního profilu, také i další charakteristiky a vlastnosti stanoviště. Tyto stanoviště se převážně nacházejí na náhorních plošinách ve východní části oblasti (OPRL, 1999).

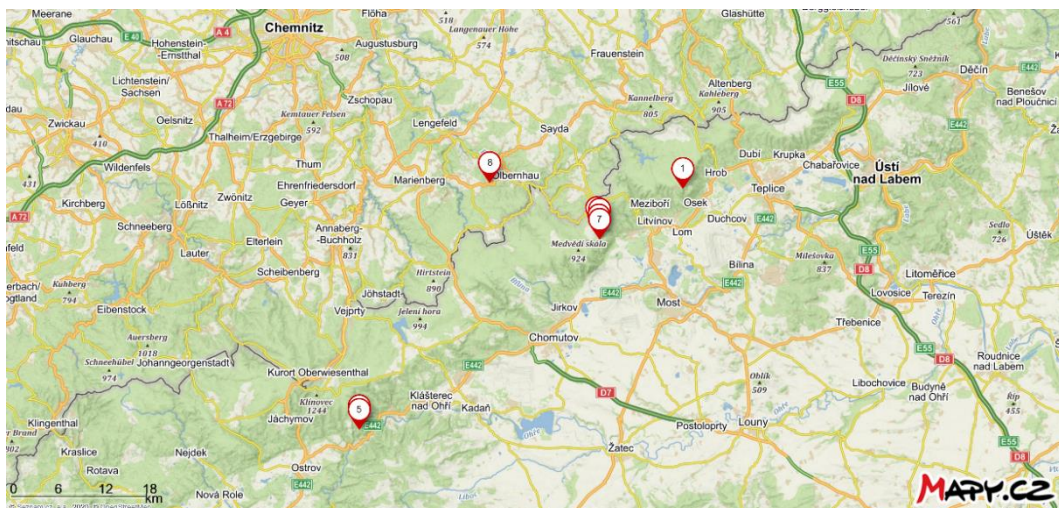
Degradované a okyselené stanoviště v důsledku velkoplošného odlesnění, urychlené mineralizaci humusu i nepříznivých změn mezoklimatu, jsou řazeny do imisních pásem A a B. Tyto degradační stádia lesních typů, se nacházejí severočeské části a jsou v typologických mapách označovány indexem „i“. Jsou vymezená linií mezi pásmem B a C, v 7., 8. a převážně části 6. LVS (OPRL, 1999).

## 4.2 Charakteristika výzkumných ploch

Sběr dat byl cíleně situován v centrální části Krušných hor. Bylo umístěno celkem 8 trvalých výzkumných ploch, s obdobnými stanovištními podmínkami, s dominantním porostem buku lesního. 7 porostů se nacházelo v České republice, 1 porost se nacházel ve Spolkové republice Německo. Byly vybrány porosty, které měly snížené zakmenění (0,3 až 0,8) a sousedily se zemědělskou půdou či loukou.

Tab. 1: Přehled charakteristik všech ploch. (autor práce)

TVP	nadmořská výška (m n. m.)	expozice	sklon (%)	SLT	porostní zásoba (m <sup>3</sup> /ha)	věk	výška porostu (m)	tloušťka porostu (cm)	zakmenění	počet obnovy (ks/ha)	Ø výška obnovy (cm)	škody zvěří (%)
1	804	V	23	6S1	280	170	28	58	7	25600	84	91
2	682	JZ	12	6S4	337	170	26	56	7	36600	41	93
3	682	JZ	12	6S4	337	170	26	56	7	42100	45	97
4	672	JZ	5	4C1	64	130	27	41	3	70800	95	76
5	672	JZ	5	4C1	64	130	27	41	3	65000	90	79
6	635	SZ	5	5S6	396	170	28	46	8	51300	67	92
7	635	SZ	5	5S6	396	170	28	46	8	70300	74	83
8	665	J	6	4S3	247	150	27	43	7	102000	119	61



Obr. 6: Přehledová mapa lokalit. (zdroj.: Mapy.cz)

### 4.2.1 Trvalá výzkumná plocha č. 1

První trvalá zkusná plocha se nachází 2,5 km severozápadně od obce Osek a 0,5 km jihovýchodně od obce Dlouhá louka. Souřadnice zkusné plochy jsou 50.6436408 N, 13.6622200 E, v souřadnicovém systému WGS84. Průměrný sklon činí 23 %. Svah je orientován východním směrem. Nadmořská výška lokality se pohybuje od 797 m n. m. do 811 m n. m. Výzkumná plocha se nachází v 6 LVS. Soubor lesních typů odpovídá 6S1 (svěží smrková bučina s lesním typem šťavelovým) (Viewegh, 2003). Porostní skupina 458 C 17a, kde se nacházela výzkumná plocha, má obmýtí 150 let, věk bukového porostu podle LHP je 170 let, zakmenění 0,7, skutečná zásoba 280 m<sup>3</sup>/ha, průměrná výška 28 m, průměrná tloušťka 58 cm.



Obr. 3: Pohled na trvale výzkumnou plochu č. 1. (foto: autor práce)

#### **4.2.2 Trvalá výzkumná plocha č. 2 a 3**

Výzkumné plochy č. 2 a 3 se nachází 1,2 km východně od obce Nová Ves v Horách. Souřadnice trvale výzkumných ploch jsou 50.5973739 N, 13.5004506 E a 50.5972650 N, 13.5006222 E. Průměrný sklon činní 12 %. Svah je orientován jihozápadním směrem. Nadmořská výška lokality se pohybuje od 679 m n. m. do 685 m n. m. Výzkumné plochy se nacházejí v 6 LVS. Soubor lesních typů odpovídá 6S4 (svěží smrková bučina s lesním typem terasovým) (Viewegh, 2003). Porostní skupina 455 A 17, kde se nacházela výzkumná plocha, má obmýtí 150 let, věk bukového porostu

podle LHP je 170 let, zakmenění 0,7, skutečná zásoba 337 m<sup>3</sup>/ha, průměrná výška 26 m, průměrná tloušťka 56 cm.



Obr. 4: Pohled na trvale výzkumnou plochu č. 2, 3. (foto: autor práce)

### **4.2.3 Trvalá výzkumná plocha č. 4 a 5**

Trvale výzkumné plochy č. 4 a 5 se nachází 2 km jižně od obce Snří. Souřadnice výzkumných plochy jsou 50.3587961 N, 13.0487022 E a 50.3587206 N, 13.0484594 E. Průměrný sklon činní 5 %. Svah je orientován jihozápadním směrem. Nadmořská výška lokality se pohybuje od 668 m n. m. do 675 m n. m. Výzkumné plochy se nacházejí v 4 LVS. Soubor lesních typů odpovídá 4C1 (vysýchavá bučina s lesním typem lypnicový) (Viewegh, 2003). Porostní skupina 332 A 13c/ 1, kde se nacházejí výzkumná plocha,

má obmýtí 150 let, věk bukového porostu podle LHP je 130 let, zakmenění 0,3, skutečná zásoba 64 m<sup>3</sup>/ha, průměrná výška 27 m, průměrná tloušťka 41 cm.

#### **4.2.4 Trvalá výzkumná plocha č. 6 a 7**

Trvale výzkumná plocha č. 6 a 7 se nachází 2,8 km severozápadně od obce Horní Jiřetín a 1 km jihovýchodně od obce Nová Ves v Horách. Souřadnice výzkumných ploch jsou 50.5886831 N, 13.5033903 E a 50.5886831 N, 13.5033903 E. Průměrný sklon činí 5 %. Svah je orientován severozápadním směrem. Nadmořská výška lokality se pohybuje od 632 m n. m. do 637 m n. m. Výzkumné plochy se nacházejí v 5 LVS. Soubor lesních typů odpovídá 5S6 (kyselá jedlová bučina s lesním typem borůvkovým) (Viewegh, 2003). Porostní skupina 451 A 17, kde se nacházela výzkumná plocha, má obmýtí 150 let, věk bukového porostu podle LHP je 170 let, zakmenění 0,8, skutečná zásoba 396 m<sup>3</sup>/ha, průměrná výška 28 m, průměrná tloušťka 46 cm.





Obr. 5: Pohled na trvale výzkumnou plochu č. 6, 7. (foto: autor práce)

#### **4.2.5 Trvalá výzkumná plocha č. 8**

Trvale výzkumná plocha č. 8 se nacházela v Německé Spolkové republice 2,8 km východně od obce Ansprung a 2,8 km západně od obce Olbernhau. Souřadnice výzkumné plochy jsou 50.6509289 N, 13.2962911 E. Průměrný sklon činí 6 %. Svah je orientován jižním směrem. Nadmořská výška lokality se pohybuje od 663 m n. m. do 667 m n. m. Výzkumná plocha se nachází v 4 LVS. Soubor lesních typů odpovídá 4S3 (svěží bučina s lesním s ostřicí prstnatou) (Viewegh, 2003). Obmýtí odpovídá 160 let, věk bukového porostu podle LHP je 150 let, zakmenění 0,7, skutečná zásoba 247 m<sup>3</sup>/ha, průměrná výška 27 m, průměrná tloušťka 43 cm.

### 4.3 Sběr dat

U vybraných porostů (viz. výše) byl vytyčen transekt o velikosti 3 × 60 m směrem kolmo od louky do porostu. Důležité při výběru byla existence přirozeného zmlazení buku pod mateřským porostem. Hranice transektu byla vytyčena cca 1 m od okraje louky směrem do lesa. Celkem bylo vytyčeno 20 čtverců (3 × 3 m). V každém z čtverců bylo zaznamenáno přirozené zmlazení tzn. byly změřeny jednotlivé semenáčky od 10 cm výšky až po 4 cm výčetní tloušťky. Dále byly do formuláře zaznamenány následující data: identifikační čísla transektů (1-20), čísla jednotlivých jedinců obnovy, druh dřeviny, výška s přesností na 1 cm, kvalita (vyhodnocována jen u jedinců nad 1 m ve škále 1–4), stav okusu (starý, nový, opakovaný) a typ okusu (terminální, boční, obojí).

Hodnocení pěstební kvality jednotlivých jedinců proběhlo podle následující škály:

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



Obr. 7: Jedinec s pěstební kvalitou 2. (foto: autor práce)



Obr. 8: Jedinec s pěstební kvalitou 4. (foto: autor práce)

## 4.4 Analýza dat

Pro základní analýzu dat a tvorbu grafů, zejména druhového složení a výškového členění, byl využíván program Microsoft Excel. Pro další hlubší statistické analýzy byl využíván program Tibco Statistica. Jedná se o analytický software, který poskytuje nejen statistické vyhodnocení dat, ale také zajišťuje jejich správu, vizualizaci a vývoj dalších uživatelských aplikací. Pro zhodnocení rozdílů mezi výškami, hustotou a kvalitou obnovy, škodami zvěří a okrajovým efektem byla použita analýza rozptylu (ANOVA) a dále pak byly v tomto programu korelovány parametry přirozené obnovy

ve vztahu k vzdálenosti od okraje porostu. V grafických výstupech chybové úsečky znázorňují směrodatnou odchylku.

Analýza hlavních komponentů (PCA) byla provedena v programu CANOCO 5 (Ter Braak, Šmilauer 2012) pro zhodnocení vztahu mezi strukturou porostu (zakmenění, zásoba, výška, tloušťka, věk), přirozenou obnovou (hustota, výška), škodami zvěří a stanovištními charakteristikami (sklon, nadmořská výška). Data byla před analýzou zlogaritmována a standardizována. Výsledky vícerozměrné PCA analýzy byly vizualizovány ve formě ordinačního diagramu.

## 5 Výsledky

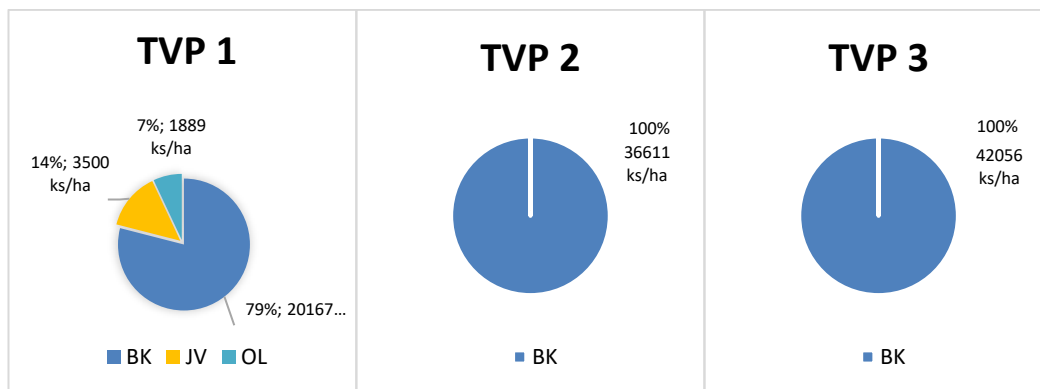
### 5.1 Druhová struktura a hustota obnovy

Druhové složení vyplývá z mateřského porostu, kde se nacházel převážně buk. Jednotlivé druhy dřevin byly zaznamenány a následně přepočítány na ha. Buku se nacházelo nejvíce, s příměsí dalších dřevin.

Na TVP 1 se nacházelo celkem 79 % buku (20167 ks/ha), jeho zastoupení je na této TVP největší. Následuje 14 % javoru klenu (3500 ks/ha) a nejméně je zastoupena olše lepkavá 7 % (1889 ks/ha). V porovnání s mateřským porostem je zastoupení buku přibližně stejné (75 % u mateřského porostu), javoru se nacházelo 10 %, jeho zastoupení oproti přirozenému zmlazení je tedy nepatrně větší, dále se zde nacházela olše s 10 % a bříza s 5 %. Ve zmlazení je pouze olše a bříza se nevyskytuje vůbec.

Na TVP 2 se nacházel se 100 % zastoupením pouze buk, celkem 36611 ks/ha. Mateřský porost odpovídá druhovému složení přirozené obnově.

Na TVP 3 se opět nacházel se 100 % zastoupením pouze buk, celkem 42056 ks/ha. Obdobně tomu odpovídá i zastoupením mateřský porost.

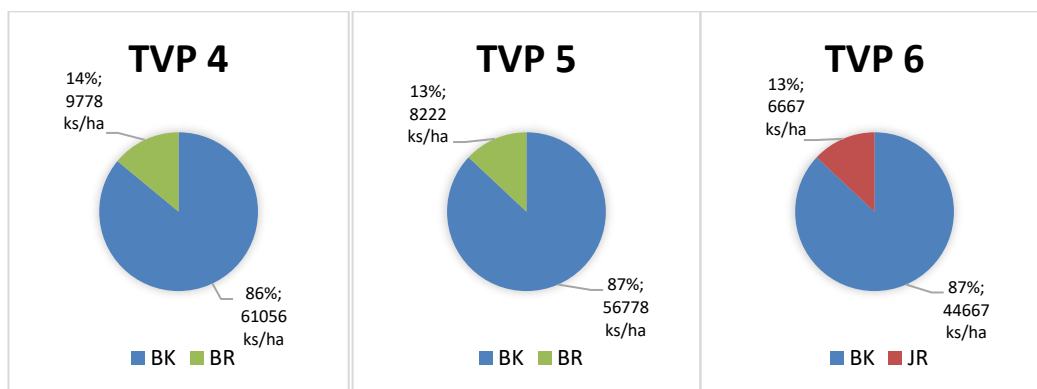


Obr. 9, 10, 11: Druhové složení přirozené obnovy na trvalých výzkumných plochách 2, 2, 3. (autor práce)

Na TVP 4 se nacházelo celkem 86 % buku (61056 ks/ha) a 14 % břízy bělokoré (9778 ks/ha). V mateřském porostu se nacházel buk se 100 % zastoupením a jednotlivá příměs třešně. Třešeň se nenacházela v přirozeném zmlazení. Přirozené zmlazení buku bylo obohaceno o nálet břízy 14 %.

Na TVP 5 se nacházelo celkem 87 % buku (56778 ks/ha) a 13 % břízy bělokoré (8222 ks/ha). Zastoupení mateřského porostu je obdobné jako u TVP 4, 100 % buk a jednotlivá příměs třešně.

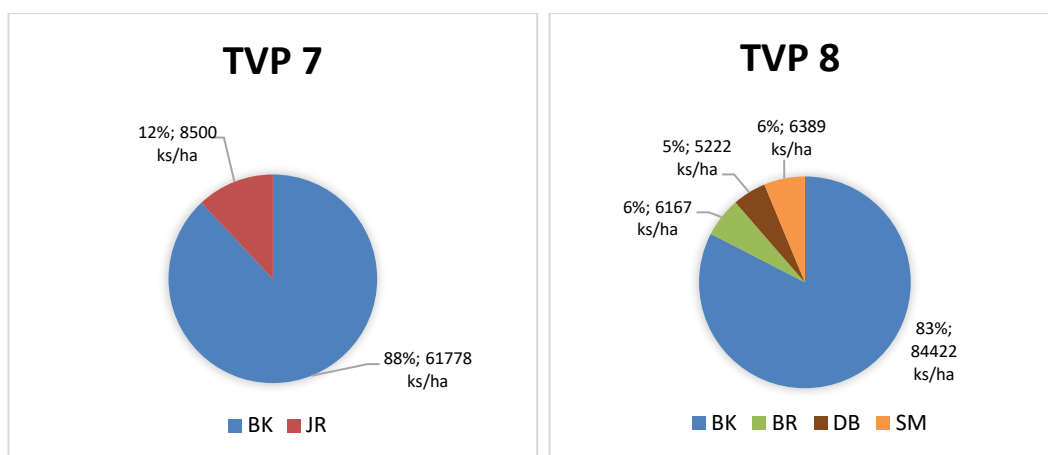
Na TVP 6 se nacházelo celkem 87 % buku (44667 ks/ha) a 13 % jeřábu ptačího (6667 ks/ha). V porovnání s mateřským porostem, kde se nacházel 100 % buk a další jednotlivá příměs smrku, jeřábu a javoru klenu se přirozeně zmlazuje nejlépe buk 87 % a následně jeřáb 13 %.



Obr. 12, 13, 14: Druhové složení přirozené obnovy na trvalých výzkumných plochách 4, 5, 6. (autor práce)

Na TVP 7 se nacházelo celkem 88 % buku (61778 ks/ha) a 12 % jeřábu ptačího (8500 ks/ha). Zastoupení mateřského porostu má podobné charakteristiky jako u TVP 6: 100 % buku a jednotlivá příměs smrku, jeřábu a javoru klenu. Přirozeně se zmlazuje nejlépe buk 87 % a následně jeřáb 13 %.

Na TVP 8 se nacházelo celkem 83 % buku (84422 ks/ha), 6 % břízy bělokoré (6167 ks/ha), 6 % smrku ztepilého (6389 ks/ha) a 5 % dubu zimního (5222 ks/ha). Zastoupení mateřského porostu je obdobné jako zastoupení přirozeného zmlazení. V mateřském porostu se z 80 % nachází buk, následně 10 % smrk a po 5 % bříza a dub.



Obr. 15, 16: Druhové složení přirozené obnovy na trvalých výzkumných plochách 7, 8. (autor práce)

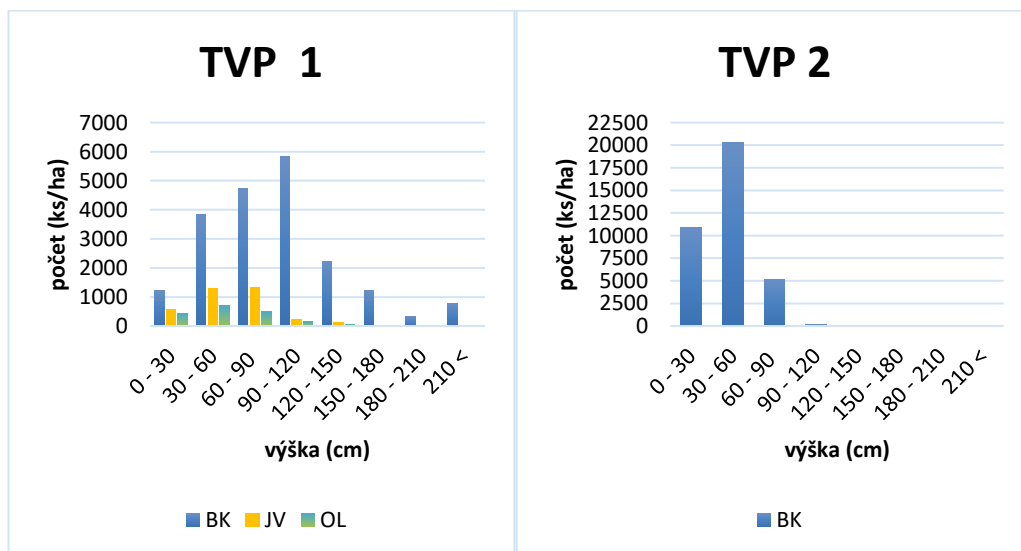
## 5.2 Výšková struktura obnovy

Změřené výšky přirozené obnovy byly rozděleny podle dřevin (počet kusů/ha) do jednotlivých výškových stupňů po 30 cm. Výšky nad 210 cm byly zhodnoceny do výškového stupně > 210 cm. Obecně se průměrná výška obnovy pohybovala od 30 do 60 cm, kromě TVP 1, 4 a 8 kde se průměrná výška pohybovala od 90 do 120 cm. Nejmenší výšky se vyskytují na TVP 2 a 3, kde nepřesahují 120 cm. Nejširší spektrum výšek se nachází na TVP 8.



U TVP 1 se buk nejvíce vyskytuje ve výškovém stupni 90 až 120 cm (5833 ks/ha), pak ve výškovém stupni 60 až 90 cm (4722 ks/ha) a následně ve výškovém stupni 30 až 60 cm (3833 ks/ha). Buk svojí výškou značně převyšuje ostatní dřeviny, byly naměřeny jedinci, kteří měli výšku přes 300 cm. Ve vyšších výškových stupních se jeho množství postupně snižuje. Javor klen má daleko menší zastoupení než buk, největší zastoupení má ve výškovém stupni 60 až 90 cm (1333 ks/ha), následně pak 30 až 60 cm (1278 ks/ha), a pak ve výškovém stupni do 30 cm (556 ks/ha). Nejméně zastoupenou dřevinou je zde olše lepkavá. Nejvíce se vyskytuje ve výškovém stupni 30 až 60 cm (722 ks/ha) následně ve výškovém stupni 60 až 90 cm (500 ks/ha).

Výšková heterogenita u TVP č. 2 je minimální. Buk svým počtem dominuje ve výškové stupni 30 až 60 cm, kde se nachází 20278 ks/ha. Následně je nejvíce jedinců ve výškovém stupni do 30 cm a to 10944 ks/ha. Méně jedinců se pak nachází ve výškovém stupni od 60 až do 90 cm (5167 ks/ha). Svou maximální výšku má buk ve výškovém stupni od 90 do 120 cm (222 ks/ha).

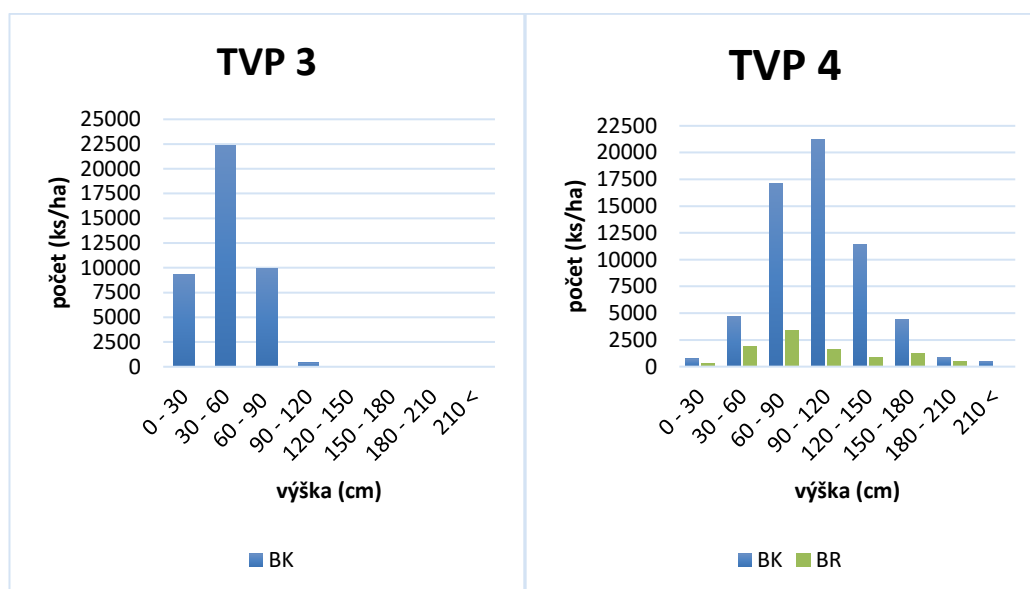


Obr. 17, 18: Výšková struktura přirozené obnovy na trvale výzkumné ploše 1, 2. (autor práce)

Výšková homogenita u TVP 3 je obdobná jako u TVP 2. Buk se nejvíce vyskytuje ve výškovém stupni od 30 do 60 cm (22389 ks/ha), následně ve

výškovém stupni od 60 do 90 cm (9944 ks/ha), pak ve výškovém stupni do 30 cm (9333 ks/ha). S 389 ks/ha se vyskytuje buk i ve výškovém stupni od 90 do 120 cm.

U TVP 4 se buk nejvíce vyskytuje ve výškovém stupni od 90 do 120 cm (21222 ks/ha), dále ve výškovém stupni od 60 do 90 cm (17111 ks/ha) a také ve výškovém stupni od 120 do 150 cm (11444 ks/ha). Maximální výšky dosahuje u 330 cm. Bříza se vyskytuje v maximech do 240 cm. Nejvíce zastoupena je ve výškovém stupni 60 až 90 cm (3333 ks/ha) a pak ve výškovém stupni od 30 do 60 cm (1889 ks/ha).

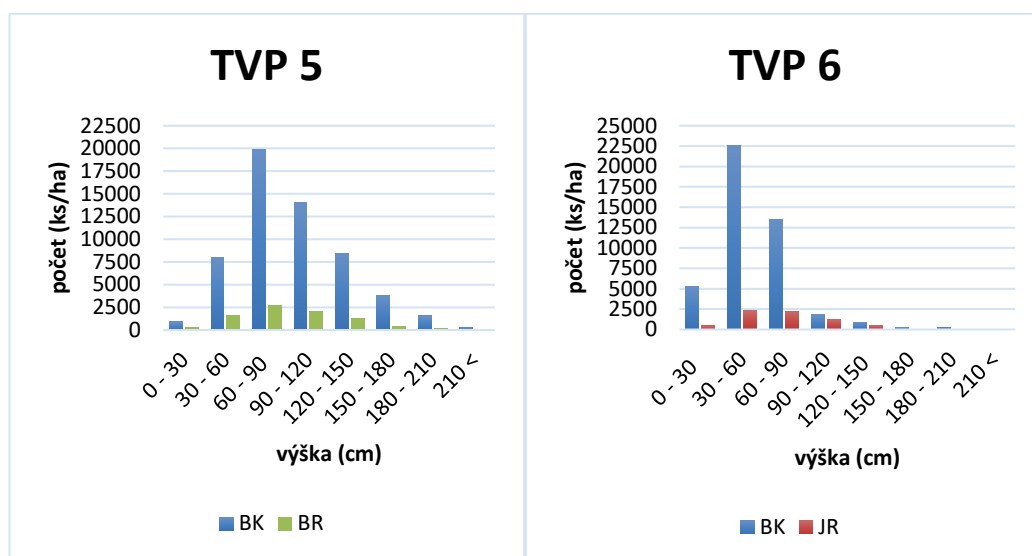


Obr. 19, 20: Výšková struktura přirozené obnovy na trvale výzkumné ploše 3, 4. (autor práce)

Výšková struktura u TVP 5 je obdobná jako u TVP 4. Buk se nejvíce vyskytuje ve výškovém stupni od 60 do 90 cm (19833 ks/ha), následně ve výškovém stupni od 90 do 120 cm (14000 ks/ha) a také ve výškovém stupni od 120 až 150 cm (8444 ks/ha). Bříza se vyskytuje nejvíce ve výškovém stupni od 60 do 90 cm (2722 ks/ha) a také ve výškovém stupni od 90 do 120 cm (2000 ks/ha).

Buk u TVP 6 opět převažuje, nejvíce se vyskytuje ve výškovém stupni od 30 do 60 cm (22556 ks/ha), následně ve výškovém stupni od 60 do 90 cm (13556 ks/ha) a také ve výškovém stupni do 30 cm (5333 ks/ha). Buk má

své maxima u výškového stupně 210 cm. Jeřáb má své hodnoty výšek vyrovnané, nejvíce se však vyskytuje ve výškovém stupni od 30 do 60 cm (2278 ks/ha) a také ve výškovém stupni od 60 do 90 cm (2222 ks/ha). Jeřáb má své maxima ve 150 cm výškovém stupni.

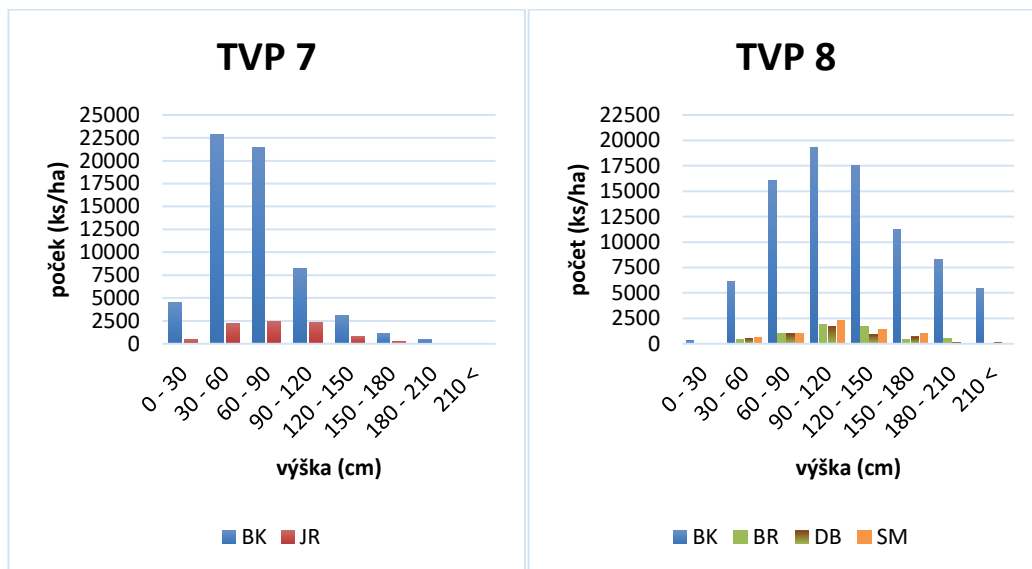


Obr. 21, 22: Výšková struktura přirozené obnovy na trvale výzkumné ploše 5, 6. (autor práce)

U TVP 7 opět převažuje buk. Nejvíce se vyskytuje ve výškovém stupni 30 až 60 cm (22889 ks/ha), dále pak ve výškovém stupni 60 až 90 cm (21444 ks/ha), a také ve výškovém stupni 90 až 120 cm (8278 ks/ha). Jeřáb se vyskytuje nejvíce ve výškovém stupni 60 až 90 cm (2444 ks/ha), obdobně pak ve výškovém stupni 90 až 120 cm (2333 ks/ha) a také ve výškovém stupni 30 až 60 cm (2167 ks/ha).

Buk se nejvíce vyskytuje v TVP 8 ve výškovém stupni 90 až 120 cm (19333 ks/ha), pak ve výškovém stupni 120 až 150 cm (17500 ks/ha) a následně ve výškovém stupni 60 až 90 cm (16056 ks/ha). U buku byly naměřeny jedinci, kteří měli výšku i přes 300 cm. Smrk ztepilý má menší zastoupení než buk, největší zastoupení má ve výškovém stupni 90 až 120 (2278 ks/ha), následně pak 120 až 150 cm (1389 ks/ha), a pak ve výškovém stupni od 60 do 90 cm (1056 ks/ha). Další méně zastoupenou dřevinou je zde bříza bělokorá. Nejvíce se vyskytuje ve výškovém stupni 90 až 120 cm (1944 ks/ha) následně ve výškovém stupni 120 až 150 cm (1722 ks/ha). Dub se

nejvíce nachází ve výškové stupni od 90 do 120 cm (1722 ks/ha) dále ve výškovém stupni 60 do 90 cm (1000 ks/ha) a také ve výškovém stupni od 120 do 150 cm (944 ks/ha).



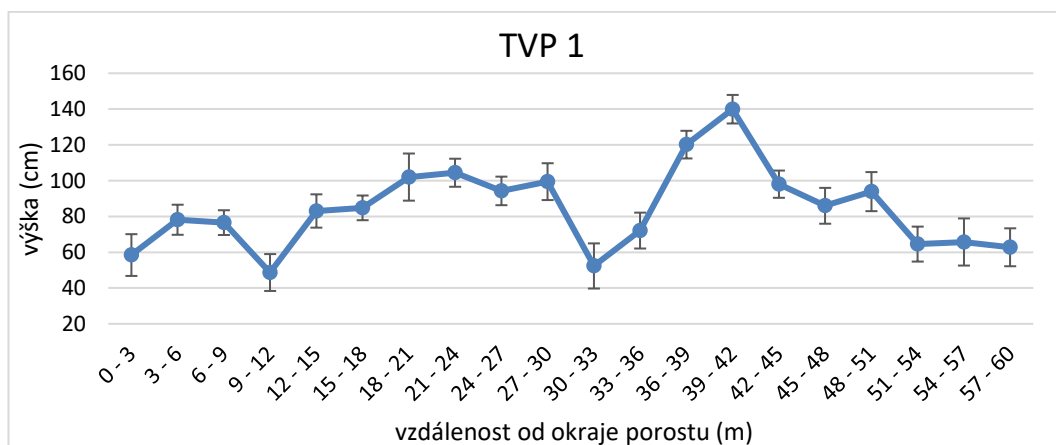
Obr. 23, 24: Výšková struktura přirozené obnovy na trvale výzkumné ploše 7, 8. (autor práce)

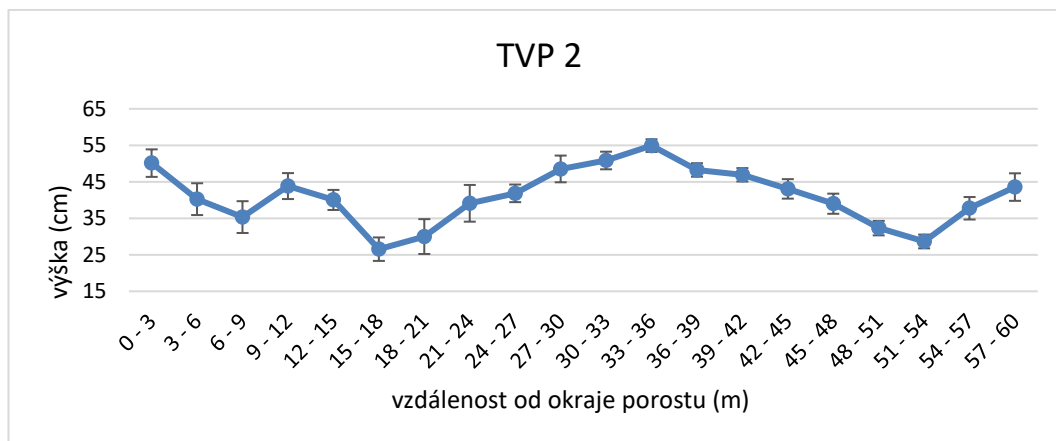
### 5.3 Vliv okrajového efektu

Vliv okrajového efektu byl hodnocen zejména s ohledem na průměrnou výšku přirozeného zmlazení v jednotlivých vzdálenostech od okraje porostu.

U TVP 1 byl zjištěn signifikantní rozdíl v průměrné výšce ve vztahu ke vzdálenosti od porostního okraje:  $F_{(19, 440)} = 6,30$ ,  $p = <0,05$ . Výška je průměrně okolo 80 cm až do 30 m od okraje, následně klesá (33 m), a pak roste až do 42 m. Od 42 m následně klesá. Výška směrem do porostu má růstovou tendenci:  $r = 0,11$ ,  $p <0,001$ .

U TVP 2 byl zjištěn také signifikantní rozdíl v průměrné výšce s ohledem na vzdálenost od okraje:  $F_{(19, 639)} = 10,86$ ,  $p = <0,05$ . Výška je zde klesající až do 18 m. Následně roste až do 36 m, kde opět klesá až do 54 m od okraje porostu. Výška směrem do porostu má klesající tendenci:  $r = - 0,11$ ,  $p <0,001$ .

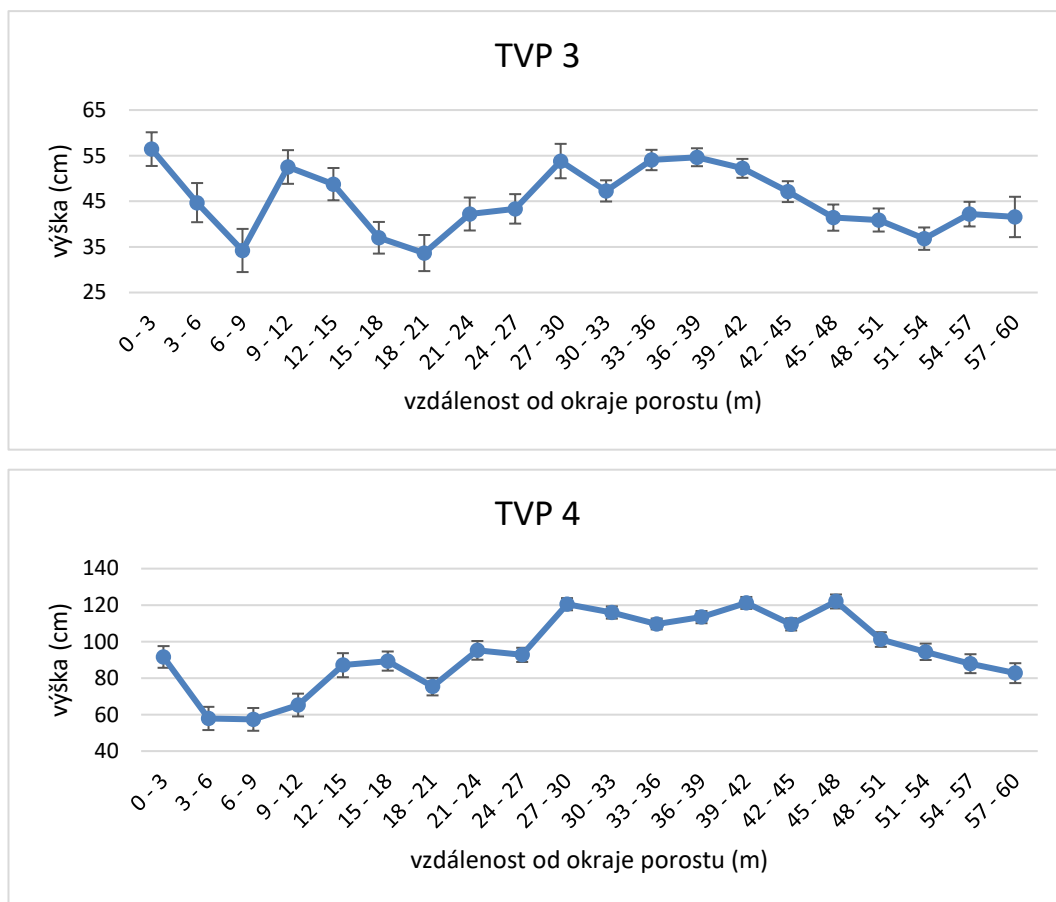




Obr. 25, 26: Průměrné výšky přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu na trvalých zkušných plochách 1, 2. (autor práce)

TVP 3 byl zjištěn signifikantní rozdíl v průměrné výšce ve vztahu ke vzdálenosti od porostního okraje:  $F_{(19, 737)} = 5,54$ ,  $p = <0,05$ . Výrazné klesání výšek je do 9 m a následně pak do 21 m od okraje porostu. Od 21 m se výška průměrně pohybuje okolo 60 cm s mírnou klesající tendencí:  $r = -0,07$ ,  $p <0,001$ .

U TVP 4 byl také zjištěn signifikantní rozdíl:  $F_{(19, 1255)} = 18,00$ ,  $p = <0,05$ . Nejmenší hodnoty výšky jsou od 3 m do 9 m od okraje porostu. Následně výšky rostou až do 48 m od okraje, kde následně klesají. Výška směrem do porostu má rostoucí tendenci:  $r = 0,21$ ,  $p <0,001$ .

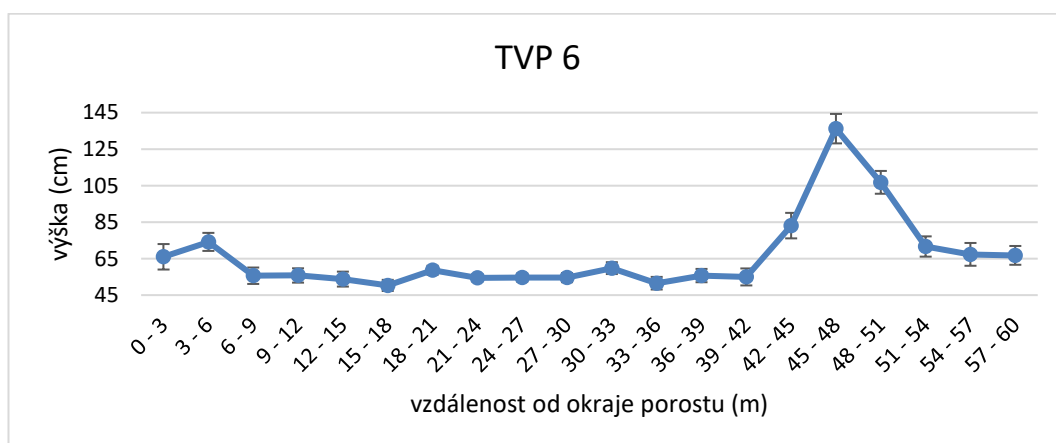
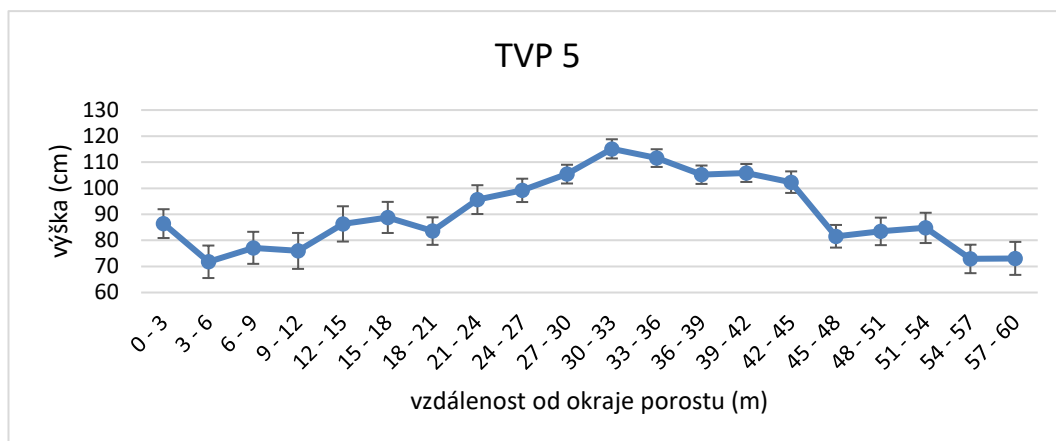


Obr. 27, 28: Průměrné výšky přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu na trvalých zkusných plochách 3, 4. (autor práce)

U TVP 5 byl také zjištěn signifikantní rozdíl:  $F(19, 1150) = 8,90$ ,  $p < 0,05$ . Výšky jsou rostoucí až do 33 m od okraje, kde následně klesají až do 60 m od okraje. Výšková tendence u TVP 5 je mírně rostoucí:  $r = 0,03$   $p < 0,001$  směrem do porostu.

U TVP 6 byl také zjištěn signifikantní rozdíl v průměrné výšce ve vztahu ke vzdálenosti od porostního okraje:  $F(19, 904) = 11,10$ ,  $p < 0,05$ . Výšky se pohybují okolo 55 cm v průměru až do 42 m od okraje, kde prudce rostou až do 48 m od okraje (136 cm). Následně opět klesají na 65 cm v průměru.

Výška směrem do porostu má rostoucí tendenci:  $r = 0,16$ ,  $p < 0,001$ .

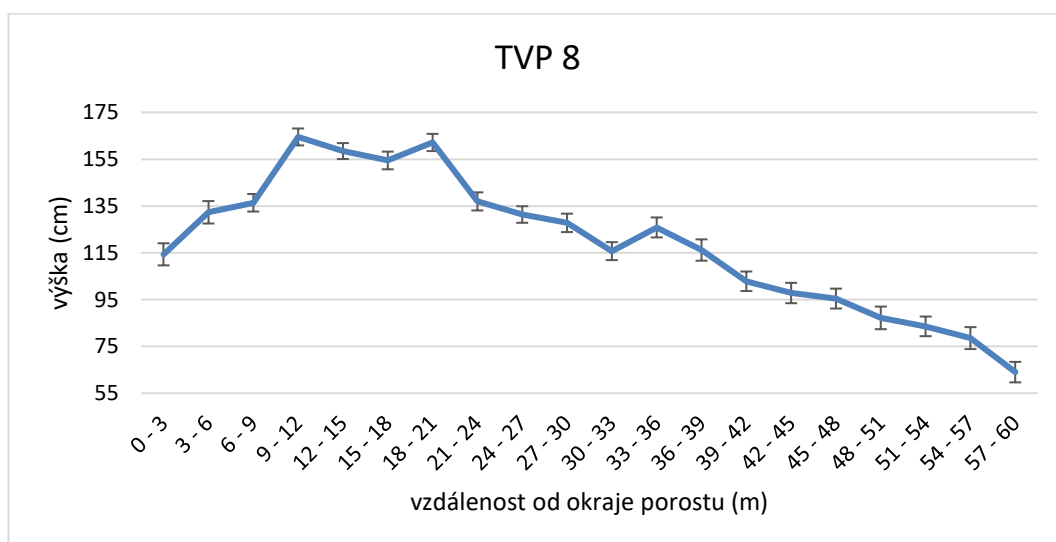
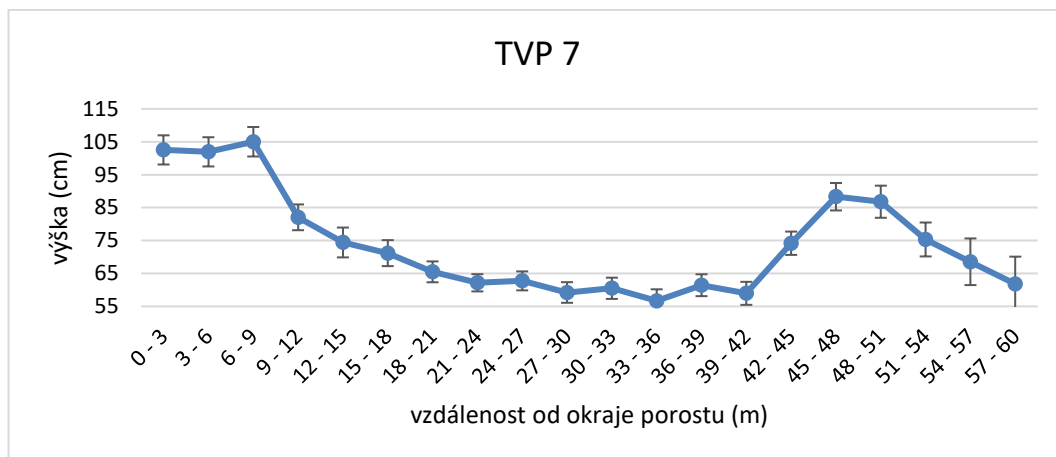


Obr. 29, 30: Průměrné výšky přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu na trvalých zkušních plochách 5, 6. (autor práce)

U TVP 7 byl také zjištěn signifikantní rozdíl v průměrné výšce ve vztahu ke vzdálenosti od porostního okraje:  $F_{(19, 1245)} = 14,75$ ,  $p = < 0,05$ . Výška se v prvních 9 m pohybuje průměrně kolem 100 cm. Následně výška má klesající tendenci až do 42 m od okraje porostu (59 cm). Od 42 do 48 m výška roste (88 cm), následně opět klesá. Výškový tendence u TVP 5 je mírně klesající:  $r = -0,17$   $p < 0,001$  směrem do porostu.

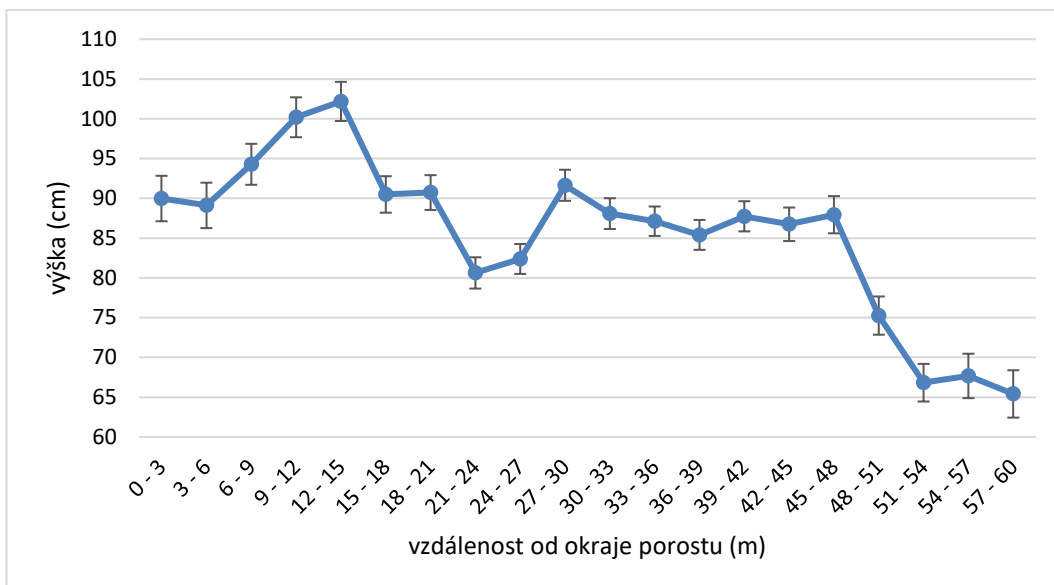
U TVP 8 byl také zjištěn signifikantní rozdíl v průměrné výšce ve vztahu ke vzdálenosti od porostního okraje:  $F_{(19, 1816)} = 51,68$ ,  $p = < 0,05$ . Nárůst výšky můžeme sledovat až do 12 m od okraje. Následně má výška sestupnou tendenci (ze 165 cm až na 64 cm). Výška směrem do porostu má klesající tendenci:  $r = -0,50$ ,  $p < 0,001$ .





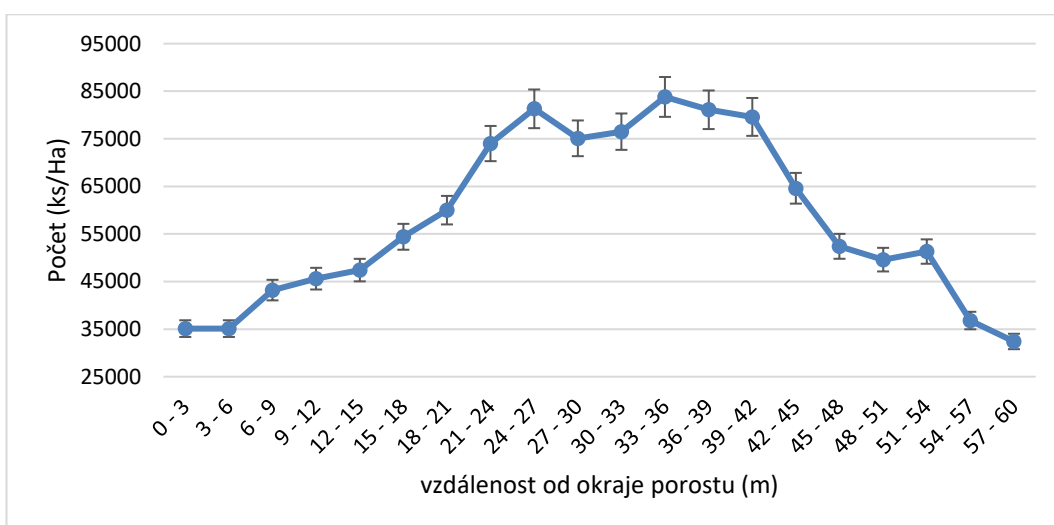
Obr. 31, 32: Průměrné výšky přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu na trvalých zkušných plochách 7, 8. (autor práce)

Vliv okrajového efektu na průměrnou výšku, sumárně pro všechny TVP, má signifikantně klesající trend:  $r = -0,13$ ,  $p < 0,001$ . Maximální výšky jsou v prvních 15 m od okraje porostu (rostoucí tendence), následně se, ale projevuje klesající tendence (zbytek transektu). Okrajový efekt má signifikantní vliv na průměrnou výšku porostu:  $F_{(19, 8326)} = 15,62$ ,  $p = < 0,05$ .



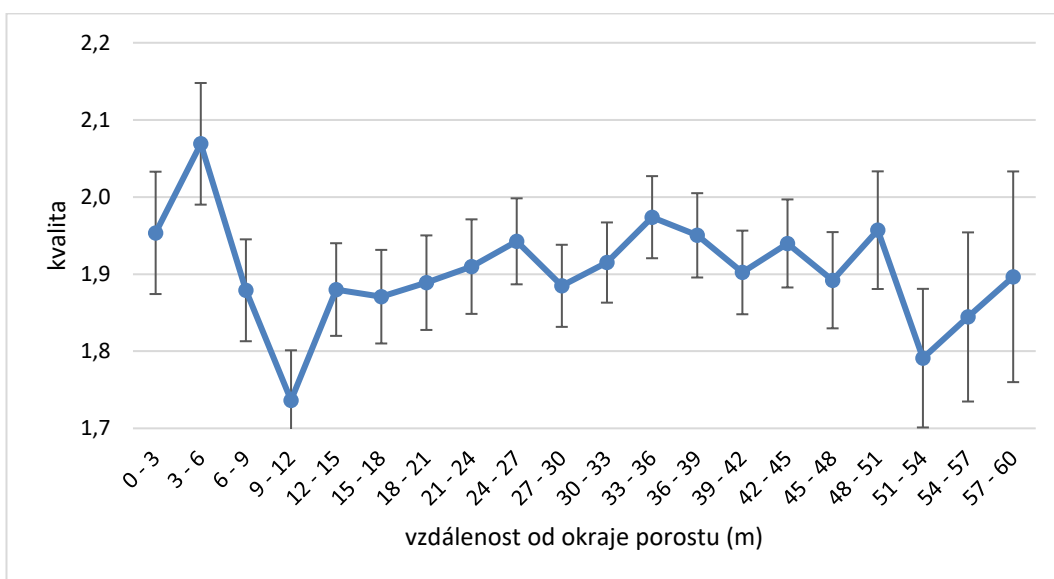
Obr. 33: Průměrné výšky přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu u všech trvale výzkumných ploch. (autor práce)

Pro zhodnocení okrajového efektu lze použít i sumární množství průměrných počtů jedinců přirozené obnovy ve vzdálenosti od okraje porostu. Množství přirozené obnovy od okraje porostu (35000 ks/ha) roste až do 27 m od okraje (81300 ks/ha). Od 27 m do 42 m od okraje porostu dochází ke stagnaci, a od 42 m až do 60 m od okraje je tendence klesající (32400 ks/ha). Tendence zvyšování počtu přirozeného zmlazení směrem do nitra porostu je pozitivní:  $r = 0,06$ ,  $p < 0,001$ .



Obr. 34: Průměrné počty přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu u všech trvale výzkumných ploch. (autor práce)

S okrajovým efektem souvisí i kvalita přirozeného zmlazení. Na následujícím grafu lze vidět průměrnou kvalitu přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu vtaženou sumárně pro všechny TVP. Kvalita se průměrně pohybuje okolo 1,9 respektive okolo hodnoty 2. V prvních 6 m je hodnota vyšší (hodnota 2,1). Ve vzdálenosti 12 m od okraje se kvalita blíží k hodnotě 1,7. Výsledky však nejsou signifikantní:  $F_{(19, 2651)} = 0,94$ ,  $p > 0,05$ .

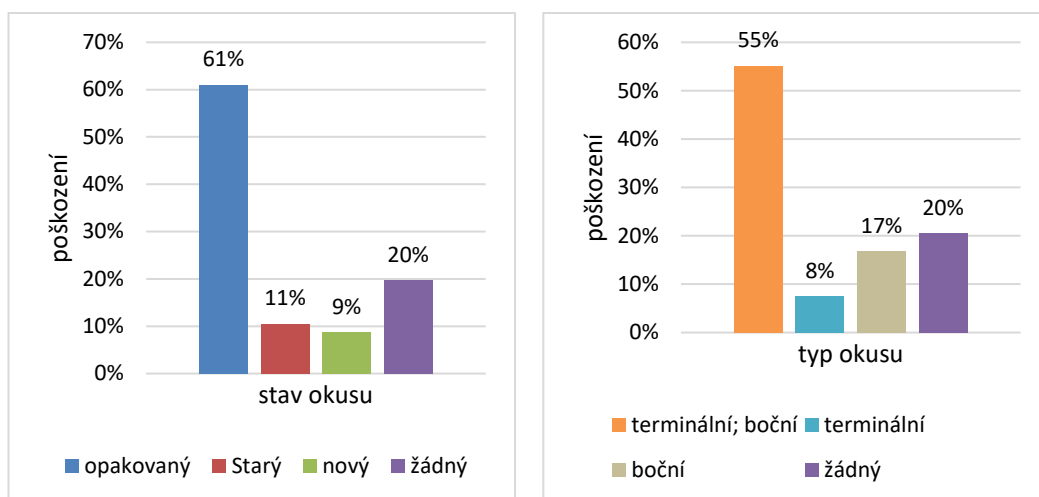


Obr. 35: Průměrná kvalita přirozeného zmlazení ve vzdálenosti od okraje porostu u všech trvale výzkumných ploch. (autor práce)

## 5.4 Škody zvěří

Škody zvěří byly hodnoceny z pohledu stavu okusu (žádný, starý, nový a opakovaný) a dle typu okusu (žádný, terminální, boční a terminální i boční) k procentuálnímu poškození všech jedinců přirozené obnovy u všech TVP, vztaženo na procenta. Na prvním z grafů byl zjištěn signifikantní rozdíl mezi stavem okusu a poškozenými jedinci:  $F_{(3, 8342)} = 66,80$ ,  $p = <0,05$ . Z grafu je patrný vysoký výskyt opakovaného poškození u jedinců přirozené obnovy (61 %), starý a nový okus se pohyboval okolo 10 % poškozených jedinců. Bez poškození bylo zaznamenáno 20 % jedinců přirozené obnovy.

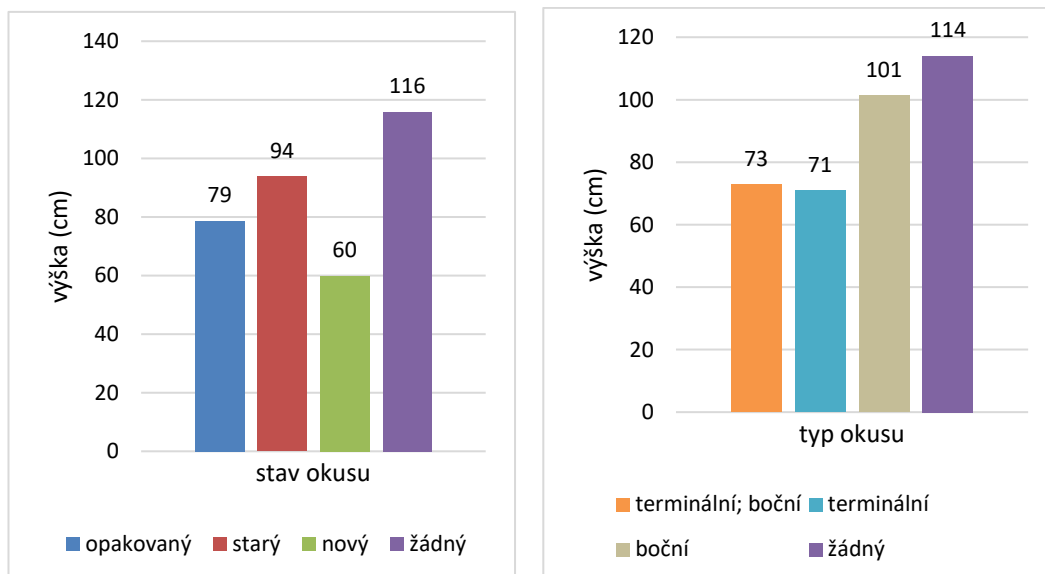
U typu okusu je graf podobný. Signifikantní rozdíl vyplývá i u typu poškození a poškozených jedinců:  $F_{(3, 8342)} = 51,20$ ,  $p < 0,05$ . Terminální a boční okus tvoří největší poškození 55 % jedinců. Poškození pouze terminální tvoří 8 % poškozených jedinců. Boční okus má hodnotu vyšší (17 %). Bez poškození se nachází 20 % jedinců přirozené obnovy na všech TVP.



Obr. 36, 37: Stav a typ okusu u všech trvale výzkumných ploch dle poškození. (autor práce)

V následujících grafech je vliv okusu na výšku obnovy také signifikantní:  $F_{(3, 8342)} = 410,73$ ,  $p < 0,05$  a  $F_{(3, 8342)} = 477,08$ ,  $p < 0,05$ . Průměrná výška obnovy u opakovaného okusu je 79 cm, u starého okusu je 94 cm a u nového okusu je 60 cm. Přirozené zmlazení, které není pod tlakem zvěře má průměrnou výšku 116 cm.

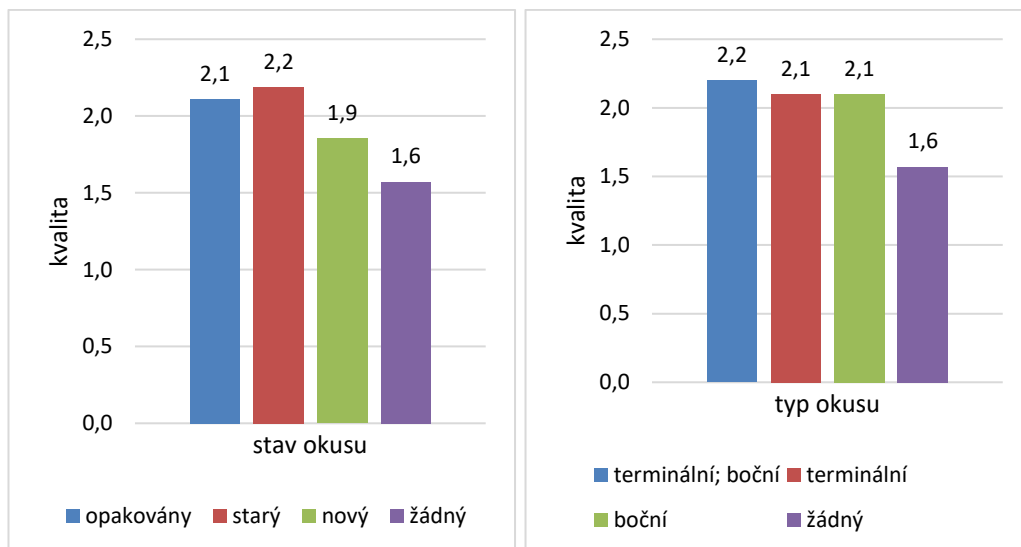
Graf typu okusu je velice obdobný. U terminálního a bočního okusu se průměrná výška zmlazení pohybuje okolo 73 cm. Terminálně poškozené zmlazení má výšku 71 cm. Vyšší hodnoty lze nalézt u bočního okusu (101 cm) a bez okusu se průměrná výška pohybuje okolo 114 cm.



Obr. 38, 39: Stav a typ okusu u všech trvalých výzkumných ploch dle průměrných výšek přirozeného zmlazení. (autor práce)

Průměrná kvalita přirozeného zmlazení v závislosti na stavu okusu a typu okusu je vyjádřena na následujících dvou grafech. Obě dvě zkoumané poškození mají signifikantní vliv na průměrnou pěstební kvalitu:  $F_{(3, 2667)} = 136,25$ ,  $p < 0,05$  a  $F_{(3, 2667)} = 102,08$ ,  $p < 0,05$ . Starý okus (2,2) a opakovaný okus (2,1) má největší negativní vliv na průměrnou kvalitu přirozeného zmlazení bráno v úvahu pro všechny TVP. Žádný okus má průměrnou hodnotu kvality 1,6. Nový okus se projevuje průměrnou kvalitou 1,9.

Typ okusu má obdobný vliv na pěstební kvalitu jako stav okusu. Žádný okus se projevuje lepší kvalitou (1,6) oproti jakémukoli okusu. Nejhorší kvalita je registrována u terminálního a bočního okusu zároveň (2,2), následně u terminálního okusu (2,1) a u bočního (2,1).

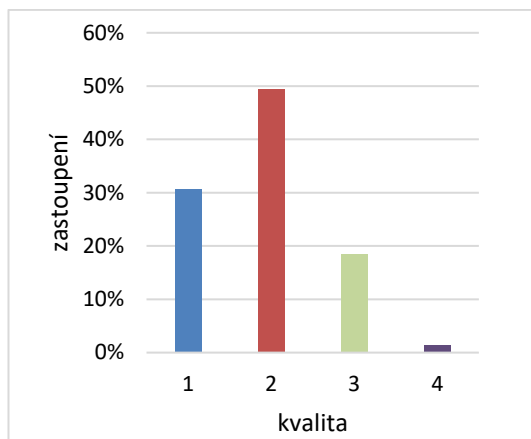


Obr. 40, 41: Stav a typ okusu u všech trvale výzkumných ploch dle průměrné pěstební kvality přirozeného zmlazení. (autor práce)

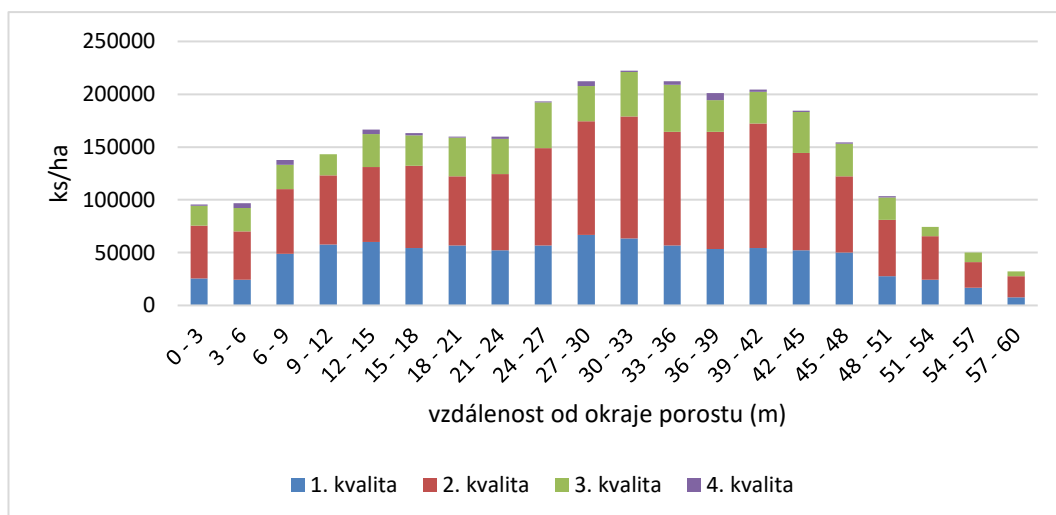
Pro komplexní doplnění zhodnocení kvality přirozeného zmlazení jsou níže uvedeny následující grafy, které uvádějí procentuální zastoupení jednotlivých kvalit a množství zmlazení s ohledem na kvalitu, v závislosti na vzdálenost od okraje porostu u všech trvale výzkumných ploch.

První z grafů vyjadřuje vysoké zastoupení kvalit 1 (31 %) a 2 (49 %) v průměru změřeného ze všech TVP. Kvalita se 3 se v průměru pohybovala okolo 19 %. Nejhorší kvalita 4 má zastoupené pouze 1 %.

V následujícím grafu jsou zaznamenány průměrné hodnoty přirozeného zmlazení (ks/ha) dle vzdálenosti od okraje porostu u všech TVP dle kvalit. Maximální hodnoty přirozeného zmlazení se nacházejí ve 33 m od okraje porostu (42222 ks/ha). Minimální počet ks/ha přirozeného zmlazení je v 60 m vzdálenosti od okraje porostu (20000 ks/ha).

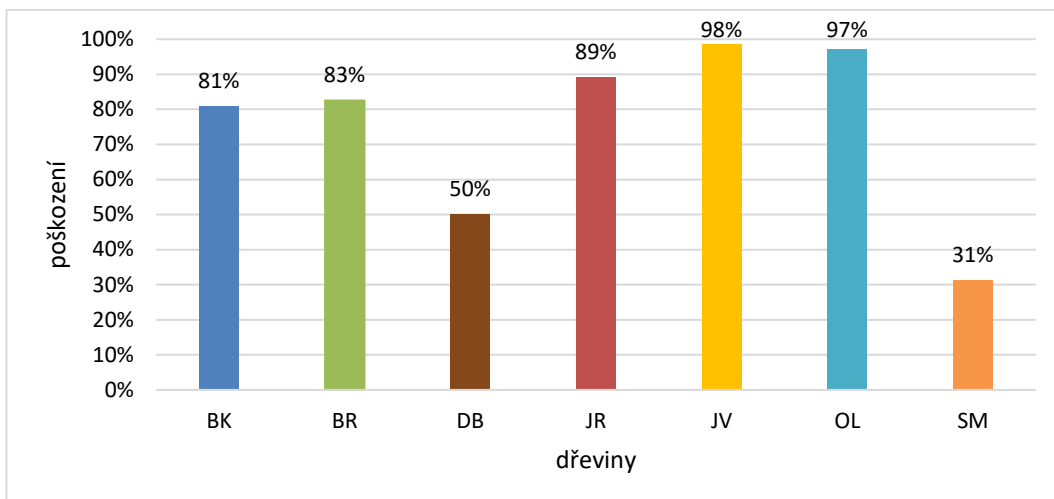


Obr. 42: Zastoupení jednotlivých kvalit u všech trvale výzkumných ploch. (autor práce)



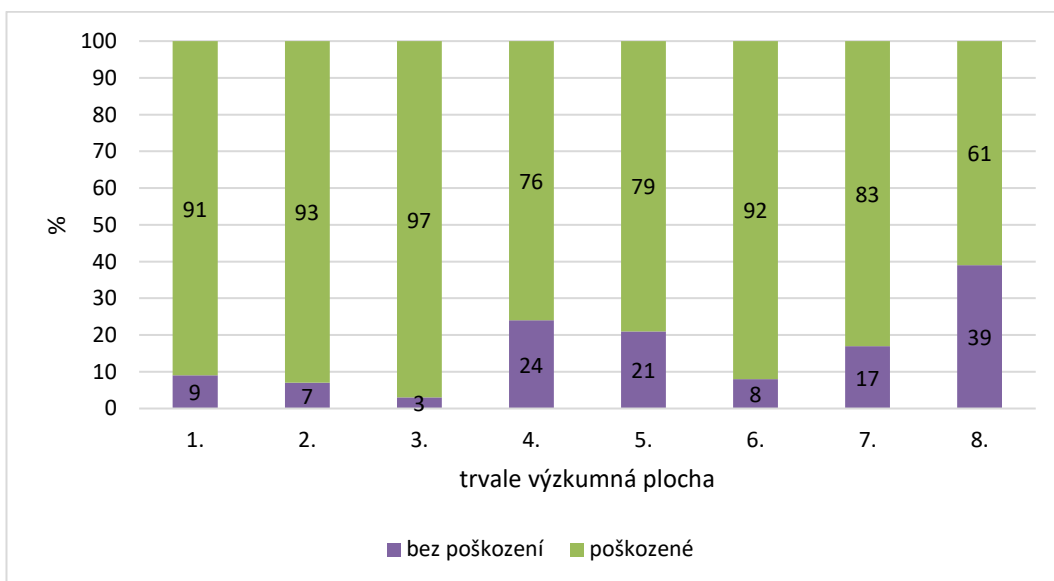
Obr. 43: Zastoupení jednotlivých kvalit ve vzdálenosti od okraje porostu u všech trvale výzkumných ploch. (autor práce)

Na všech TVP se celkem nacházelo 8346 ks přirozené obnovy (v přepočtu 173875 ks/ha). Z toho bylo celkem 80 % (6702 ks přirozené obnovy) zvěří ovlivněno (okus terminální, boční a kombinovaný). 20 % přirozené obnovy (1644 ks) netrpělo žádným typem okusu. Nejvíce zasažený byl javor (98 %), olše (97 %) a jeřáb (89 %) a nejméně zasažen byl smrk (31 %). Buk byl poškozen z 81 %.



Obr. 44: Procentuální zastoupení dřevin poškozených okusem. (autor práce)

Na všech TVP se nacházel silný tlak zvěře (přes 60 %), nejvíce bylo poškozených jedinců u TVP 3 (97 %), nejméně poškozených jedinců bylo u 8 TVP (61 %).



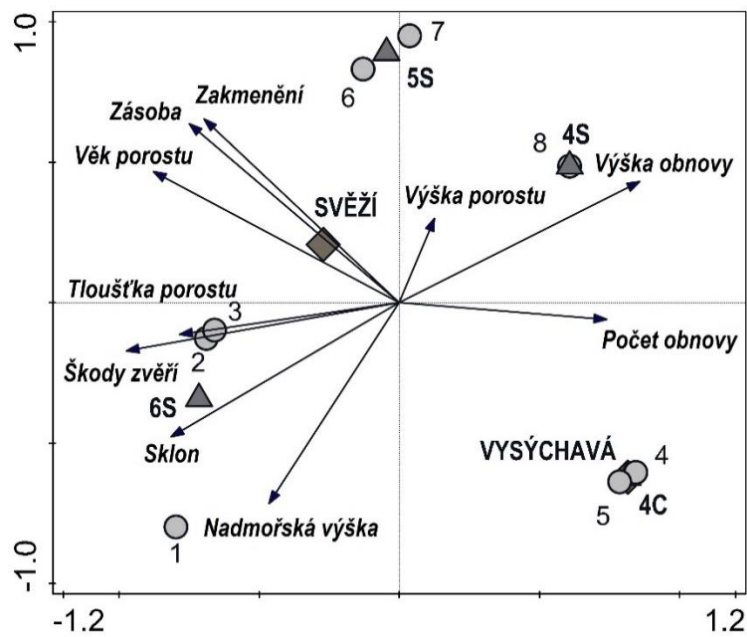
Obr. 45: Procentuální poškození jednotlivých trvale zkusných ploch. (autor práce)



## **5.5 Vztah mezi strukturou porostu, přirozenou obnovou, škodami zvěří a stanovištěm**

Výsledky mezi strukturou porostu, přirozenou obnovou, škodami zvěří a stanovištěm jsou prezentovány ve formě ordinačního diagramu PCA analýzy na Obr. 45. První ordinační osa vysvětluje 55,6 %, první dvě 76,7 % a všechny čtyři osy celkem 99,7 % variability dat. První osa x představuje počet přirozené obnovy společně s výčetní tloušťkou porostu a škodami zvěří. Druhá osa y reprezentuje výšku porostu.

Zásoba porostu je pozitivně korelována se zakmeněním a věkem porostu, zatímco tyto parametry jsou negativně korelovány s počtem obnovy. S klesajícím zakmeněním dochází k nárůstu hustoty přirozené obnovy. Hustota přirozené obnovy je pozitivně korelována s výškou obnovy, avšak výšku zmlazení negativně ovlivňuje poškození zvěří. Celkově přirozená obnova lépe prosperovala na svěžích stanovištích při porovnání s vysychavou edafickou kategorií. Pravá část diagramu je typická pro výzkumné plochy s velkými škodami zvěří, vyšším zápojem a produkčními parametry; naopak vyšší hustota obnovy je charakteristická pro plochy 4, 5, 7 a 8. Z hlediska variability výzkumných ploch, rozdíly mezi nimi jsou relativně velké (záznamy v diagramu jsou daleko od sebe).



Obr. 46: Ordinační diagram znázorňující výsledky PCA analýzy vztahů mezi strukturou porostu (zakmenění, zásoba, výška, tloušťka, věk), přirozenou obnovou (hustota, výška), škodami zvěří a stanovištními charakteristikami (sklon, nadmořská výška); ● symboly označují číslo plochy (1-8), ▲ soubor lesních typů a ■ edafickou kategorii. (autor práce)

## 6 Diskuze

Zastoupení jednotlivých dřevin na trvalých výzkumných plochách vyplývá zejména z přítomnosti mateřského porostu, který druhové složení ovlivňuje majoritně. Sekundárně má na druhové složení také vliv nadmořské výšky a půdní složení. S ohledem na výzkumné plochy umístěné v bukových porostech, převažuje zastoupením buk, s příměsí dalších dřevin (javor, olše, jeřáb, bříza, dub a smrk). Nejméně zastoupený buk se nachází na TVP 1 (79 %), v horní etáži má 75 % zastoupení. Největší zastoupení má buk na TVP 2 a 3, kde tvoří 100% zastoupení, kterému odpovídá i zastoupení v horní etáži. Průměrné zastoupení buku je okolo 83 % až 87 %. Z ostatních dřevin se na nejvíce vyskytuje javor klen na TVP 1 (14 %), bříza na TVP 4 (14 %) a TVP 5 (13 %). Nejpestřejší druhové složení najdeme na TVP 8, kde se kromě buku nachází příměs břízy bělokoré (6 %), dubu zimního (5 %) a smrku ztepilého (6 %). Tato pestrost je dána mateřským porostem a porostem, který se bezprostředně nachází vedle TVP. Buk v přirozené obnově výrazně dominuje. Svým zastoupením převládá u všech TVP. Nejmenší zastoupení má na TVP 1: 20167 ks/ha, naopak největší zastoupení má na TVP 8: 84422 ks/ha. Vysokého zastoupení dosahuje v bukových porostech i v jiných lokalitách, např. v Orlických horách, kde se jeho zastoupení pohybuje okolo 30000 ks/ha (Vacek et al., 2013) nebo na Tworylczyku – 25000 ks/ha (Jaworski, 2002). Množství přirozeného zmlazení může být i nižší, okolo 10000 ks/ha (Oheimb et al., 2005) a to za stejného druhového složení.

Výšky přirozeného zmlazení byly rozděleny podle dřevin do jednotlivých výškových intervalů po 30-ti centimetrech. Pro přehledné porovnání byly počty přirozeného zmlazení přepočítané na ks/ha v každé výškové třídě. Minimálních výšek dosahovalo přirozené zmlazení buku na TVP 2 a 3, kde maximální hodnota výšky byla 98 cm, a tudíž u těchto dvou TVP nebyla zhodnocena kvalita jedinců (nedosahovali výšek nad 100 cm). Průměrná výška bukového zmlazení se pohybovala v průměru 85 cm. Maximální přirozené zmlazení se nachází ve výškové třídě od 30 do 60 cm u TVP 2,

3, 6, 7, následně ve výškové třídě od 60 cm do 90 cm u 5 TVP a ve výškové třídě 90 až 120 cm a to u 1, 4, 8 TVP. V porovnání s hodnotami výšek, které byly naměřeny v NPR Broumovské stěny (Vacek et al. 2015) jsou hodnoty výšek nižší (v průměru dosahovali hodnoty ve svahu 119,5 cm).

Vliv okrajového efektu na výšku přirozeného zmlazení má signifikantní závislost u všech TVP. Signifikantní vliv vzdálenosti od okraje porostu na přirozenou obnovu (na hustotu, výšku a kvalitu) popisuje také Bílek et. al (2018) u borovice lesní v CHKO Kokořínsko. Výšky u jednotlivých TVP jsou rozrůzněné, např. u TVP 1 je evidentní propad výšek ve 33 m od okraje porostu, a naopak nárůst lze sledovat ve vzdálenosti 39 až 42 m od okraje porostu. Tento výkyv je pravděpodobně způsoben porostní mezerou po chybějícím stromu. Obdobně tento efekt můžeme vidět u TVP 6 a 7. Sumární graf všech výšek ve vztahu ke vzdálenosti směrem do porostu vystihuje klesající tendenci výšky směrem do nitra porostu (ke stejnému trendu došli i Dobrovolný et al. (2012). Průměrná výška roste do 15 m od okraje porostu na 102 cm, zde má vliv na výšku sluneční záření, které proniká do porostu. Od 18 m od okraje průměrná výška postupně klesá (na 65 cm). S okrajovým efektem souvisí i počet jedinců. Obdobný trend je vidět až do 27 m od okraje porostu kde postupně roste množství přirozené obnovy (v průměru 81300 ks/ha). Od 42 m od okraje porostu je sestupná tendence na (32400 ks/ha). S okrajovým efektem koresponduje nepřímo i kvalita jedinců ve vztahu ke vzdálenosti od porostního okraje. Výsledky nemají signifikantní závislost. Ze sumárního grafu pro všechny jedince lze usoudit, že horší kvality se nacházejí v průměru v prvních 6 m od okraje porostu.

Škody zvěří byly vyhodnoceny sumárně s ohledem na stav a typ okusu. Všechny porovnávané parametry přirozené obnovy měli signifikantní závislost s okusem. Podobně negativní vliv okusu na druhovou skladbu a odrůstání přirozené obnovy dokumentuje Vacek (2017) z Orlických hor, Slanař et al. (2017) z Jizerských hor a Vacek et al. (2019) z Broumova. Sumárně bylo poškozeno okusem celkem 80 % všech dřevin vyskytujících

se na TVP. Kalenda (2016) z CHKO Český Kras uvádí pouze 40–53 %. Nejvíce zasažen byl javor klen (98 %) a olše lepkavá (97 %), buk lesní byl poškozen z 81 %, nejmenší poškození bylo zaznamenáno u smrku ztepilého (31 %). Proti Baranu (2015) v Orlických horách je druhová preference rozdílná. Jak uvádí Baran (2015) převažuje zejména okus jeřábu 44 %, smrku 37 % a následně buk 20 % s obdobným zastoupení buku v druhové skladbě. Podobně popisuje Vacek (2017) v Orlických horách, zde docházelo k poškození jedle (100 %), jeřábu (94 %), buku (56 %) a nejméně smrku (18 %). Druhovou preferenci některých dřevin, zejména méně zastoupených listnatých dřevin či jedle, také uvádí Ammer (1996) z Německa či Motta (1996) z Itálie. Kvalitativně ve všech TVP převažuje pěstební kvalita 2 (49 %) a kvalita 1 (31 %). Kvalita 4 je zastoupena pouze 1 %. Na kvalitu má silný dopad jakýkoli stav okus i typ okusu (průměrné hodnoty okolo kvality 2,0), bez okusu se kvalita pohybuje okolo hodnoty 1,6 za všechny TVP. Průměrná výška také koresponduje s okusem, přirozené zmlazení bez poškození má výrazně vyšší průměrnou výšku 116 cm. Boční okus výrazně neovlivňuje výšku zmlazení (101 cm) oproti terminálnímu okus a kombinovanému (71 a 73 cm), ten byl registrován jako nejčastější (55 % poškozených jedinců). Nový stav okusu má nejnižší průměrnou výšku, a to z důvodu okusu mladého a nízkého zmlazení (60 cm). Starý okus má průměrnou hodnotu 94 cm a dává najevo zregenerování přirozeného zmlazení a jeho následné odrůstání. Opakovaný okus je registrován jako nejčastější poškození přirozeného zmlazení (61 %) Tlak zvěře je evidentní na všech TVP (více než 60 % přirozeného zmlazení bylo poškozeno), v porovnání s Vacek et al. (2019) na Broumovsku kde poškození přirozeného zmlazení bylo do 20 %.

## 7 Závěr

Výsledkem práce bylo získat poznatky o stavu přirozeného zmlazení na 8 trvalých výzkumných plochách v centrální části Krušných hor. Na těchto plochách bylo zaznamenáno vysoké zastoupení buku lesního (81 %) s příměsí dalších dřevin (bříza, dub, jeřáb, javor, olše, smrk). Přirozená obnova byla u buku lesního v rozmezí od 20167 ks/ha do 84422 ks/ha v závislosti na stanovištních a porostních podmínkách. Výškově se přirozené zmlazení nejčastěji pohybovalo v průměru od 30 do 120 cm. Výška přirozeného zmlazení koresponduje s okrajovým efektem. Výšky se směrem do okraje porostu zvyšovali. Okrajový efekt má vliv i na kvalitu přirozeného zmlazení, horší kvality se nacházejí v prvních 6 m od okraje porostu. Tlak zvěře je v Krušných horách vysoký, ze všech změřených jedinců bylo 80 % ovlivněných okusem. Výsledky dokazují, že jakýkoli stav okusu, či typ okusu negativně ovlivňuje kvalitu přirozeného zmlazení. Okus ovlivňuje zejména výšku zmlazení. Jedinci bez okusu odrůstají patřičně lépe než jakkoli ovlivnění okusem. Výjimku tvoří boční okus, který tak nedevastuje jedince s ohledem na výškový přírůst. Mezi nejvíce zasažené dřeviny patřili javor (98 %) a olše (97 %). Z důvodů vysokého tlaku zvěře je nutné již existující obnovu (přirozenou i umělou) či nově v budoucnu založenou, plošně chránit oplocenkami, se současným snížením stavu zvěře. Mezi přirozené nepřátele spárkaté zvěře lze zařadit i vlka, který by mohl mít v budoucnu podíl na limitování počtu nejen spárkaté zvěře. Další možností v omezení škod na porostech jsou přezimovací obůrky pro zvěř.

## Seznam literatury a použitých zdrojů

- Ambrož R., Vacek S., Vacek Z., Král J., Štefančík I. (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.
- Ammer C. (1996): Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management*, 88: 43–53.
- Ammer C., Stimm B., Mosandl R. (2008): Ontogenetic variation in the relative influence of light and belowground resources on European beech seedling growth. *Tree Physiology*, 28: 721-728.
- Angelstam P., Kuuluvainen T. (2004): Boreal forest disturbance regimes, successional dynamics and landscape structures: a European perspective. *Ecological Bulletins*, 117-136.
- Baran M. (2015): Přirozená obnova bukových porostů ve vrcholových partiích Orlických hor, Bakalářská práce, 58 s.
- Barna M. (2011): Natural regeneration of *Fagus sylvatica* L.: a Review. *Austrin Journal of Forest Science*, 128: 71–91.
- Barnes B.V., Zak D.R., Denton S.R., Spurr S.H. (1998): *Forest ecology* (4th ed.), John Wiley & Sons, Inc., NewYork, N.Y.
- Bellemare J., Motzkin G., Foster D.R. (2002): Legacies of the agricultural past in the forested present: an assessment of historical land-use effects on rich mesic forests. *Journal of Biogeography*., 29, 1401–1420.
- Bílek L., Vacek Z., Vacek S., Bulušek D., Linda R., Král J. (2018): Are clearcut borders an effective tool for Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) natural regeneration?. *Forest systems*, 27(2): 6.
- Bolte, A., & Villanueva, I. (2006). Interspecific competition impacts on the morphology and distribution of fine roots in European beech (*Fagus sylvatica* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *European*

Journal Of Forest Research, 125(1), 15-26.  
<https://doi.org/10.1007/BF02803188>

- Brang P. (2005): Wissenschaftlicher Schlussbericht des Projekts Minimale Baumverjüngung in Schutzwäldern: Herleitung von Sollwerten mit Simulationsmodellen, WSL, Birmensdorf.
- Burschel P., Huss J., Kalbhenn R. (1964): Die natürliche Verjüngung der Buch. Schriften – Reihe Forst. Fak. Un. Göttingen, Bd. 34.
- Cislerová E. (2001): Škody působené zvěří. Lesnická Práce, 80(12), 1-4.
- Černý A. (1989): Parazitické dřevokazné houby. SZN, Praha, 99 s.
- Dobrovolný L., Štěrbá T., Kodeš J. (2012): Effect of stand edge on the natural regeneration of spruce, beech and Douglas-fir. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis., 6: 49–56
- Dobrowolska D. (1998): Structure of silver fir (*Abies alba* Mill.) natural regeneration in the Jata reserve in Poland. Forest Ecology and Management, 110: 237–247.
- Drexhage M., Chauvière M., Colin F., Nielsen CH. NN. (1999): Development of structural root architecture and allometry of *Quercus petraea*, in Canadian Journal of Forest Research, 29: 600-608.
- Duda M. (1995): Obnova lesa, výchova a ochrana porostů. IVV MZe ČR, ÚLH, Benešov.
- Eiberkle K. (1968): Über den Verbiss der Rottanne durch Rotwild „Bundnerwald“, Schruift fur Forestwesen, 21 (4): 101–110.
- Ellenberg H., Leuschner C. (1996): Vegetation mitteleuropas mit den alpen. Ulmer, Stuttgart.
- Engeßer E. (2015): Škody způsobované srnčí zvěří: okus a vytloukání. Praha: Grada.
- Fischer, A., Lindner, M., Abs, C., & Lasch, P. (2002). Vegetation dynamics in central european forest ecosystems (near-natural as well as managed) after storm events. Folia Geobotanica, 37(1), 17-32.  
<https://doi.org/10.1007/BF02803188>



- Frank, Robert M., Blum, Barton M. (1978): The selection system of silviculture in spruce-fir stands – procedures, early results, and comparisons with unmanaged stands. Res. Pap. NE-425. Broomall, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. 15p.
- Franklin J.F., Spies T.A., van Pelt R., Carey A.B., Thorburgh D.A., Berg D.R., Lindenmayer D.B., Harmon M.E., Keeton W.S., Shaw D.C., Bible K., Chen, J. (2002): Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forest as an example. *Forest Ecology and Management.*, 155: 399–423.
- Geßler, A., Keitel, C., Kreuzwieser, J., Matyssek, R., Seiler, W., & Rennenberg, H. (2006). Potential risks for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in a changing climate. *Trees*, 21(1), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s00468-006-0107-x>
- Gömöry D., Hynek V., Paule, L. (1998): Delineation of seed zones for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in the Czech Republic based on isozyme gene markers *Annals of Forest Science.*, 55: 425–436.
- Gratzner G., Darabant A., Chhetri P. B. et al. (2004): Interspecific variation in the response of growth, crown morphology and survivorship to light for six tree species in the conifer belt of the Bhutan Himalayas. *Canadian Journal of Forest Research.*, 34: 1093:1107.
- Hanophy W. (2009): *Fencing with Wildlife in Mind*. Colorado Division of Wildlife, Denver, CO. 36 pp.
- Harmon M.E., Fasth B., Woodall C.W., Sexton J. (2013): Carbon concentration of standing and downed woody detritus: Effects of tree taxa, decay class, position, and tissue type. *Forest Ecology and Management.*, 291: 259–267.
- Hermy M., Verheyen K. (2007): Legacies of the past in the present-day forest biodiversity: a review of past land-use effects on forest plant species composition and diversity. *Ecological Research.*, 22: 361–371.

- Hong T. D., Ellis, R. H. (1990): A comparison of maturation drying, germination, and desiccation tolerance between developing seeds of *Acer pseudoplatanus* L. and *Acer platanoides* L. *New Phytologist*, 116: 589-596.
- Hynynen J., Niemistö P., Viherä-Aarnio A., Brunner A., Hein S., Velling P. (2010): Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe, *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 83: 103–119.
- Chapman R.A., Heitzman E., Shelton M.G. (2006): Long-term changes in forest structure and species composition of an upland oak forest in Arkansas. *Forest Ecology and Management.*, 236: 85–92.
- Jacob M., Leuschner C., Thomas F.M. (2010): Productivity of temperate broad-leaved forest stands differing in tree species diversity. *Annals of Forest Science.*, 67: 503–511.
- Janda P., Svoboda M., Bače R., Čada V., Peck E.P. (2014): Three hundred years of spatio-temporal development in a primary mountain Norway spruce stand in the Bohemian Forest, central Europe. *Forest Ecology and Management.*, 330: 304–311.
- Jarčuška B. (2009): Growth, survival, density, biomass partitioning and morphological adaptations of natural regeneration in *Fagus sylvatica*. A review. *Dendrobiology*, 61: 3–11.
- Jarvis P. G. (1964): The Adaptability to Light Intensity of Seedlings of *Quercus Petraea* (Matt.) Liebl. *Journal of Ecology*, 52: 545–571.
- Jaworski A. (1997): Karpackie lasy o charakterze pierwotnym i ich znaczenie w kształtowaniu proekologicznego modelu gospodarki leśnej w górach. *Sylwan*, 141: 33–49.
- Jaworski A., Kołodziej Zb., Porada K. (2002): Structure and dynamics of stands of primeval character in selected areas of the Bieszczady National Park. *Journal of Forest Science.*, 48: 185–201.
- Jaworski A., Podlaski R. (2007): Processes of loss, recruitment, and increment in stands of a primeval character in selected areas of the

Pieniny National Park (southern Poland). *Journal of Forest Science.*, 6: 278–289.

- Jeník J. (1994): Lesní ekosystém základem lesního hospodářství. *Bulletin NLK*, 1: 3–5.
- Jurásek A. (1998): Plastové chrániče sazenic. *Lesnická práce*, 77:5: 177-178.
- Kalenda M. (2016): Škody zvěří v porostech ponechaných samovolnému vývoji na lokalitě Doutnáč v CHKO Český Kras, *Bakalářská práce*, 84 s.
- Kamenský, M. et al. (1994): *Pestovanie lesov*, 1. vydání, Zvolen, ÚVVP LVH SR, 165 s.
- Kantor P. (1989): Meliorační účinky porostů náhradních dřevin. *Lesnictví*, 35: 12: 1047–1066.
- Kantor P. (2001): Přirozená obnova v závislosti na stanovištních a porostních podmínkách. In *Sborník z konference: Podrostní způsob hospodaření na živných stanovištích s využitím přípravy půdy*. Hynčice u Krnova, ČLS: 8-14.
- Kessl J. (1957): *Ochrana lesa proti škodám zvěří*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, *Lesnická knihovna. Malá řada*, sv. 72.
- Klika J. (1947): *Lesní dřeviny. Lesnická dendrologie*. 2. vyd., Písek
- Klimo E., Hager, H. Kulhavý J. (eds.) (2000): *Spruce Monocultures in Central Europe – Problems and Prospects* EFI Proceedings No. 33.
- Koblížek, J. et al. (2001): *Dřeviny České republiky*. Písek, *Malice lesnická*, 334 s.
- Korpel' Š. (1982): Degree of equilibrium and dynamical changes of the forest on example of natural forests of Slovakia. *Acta Faculty of Forestry.*, 24: 9–30.
- Korpel' Š. (1989): *Pralesy Slovenska*. Veda, Bratislava.
- Korpel' Š., Saniga M. (1993): *Výberný hospodársky spôsob*. VŠZ – lesnická fakulta Praha a *Malice lesnická* Písek, Praha.
- Korpel' Š. (1995): *Die Urwälder der Westkarpaten* Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York., 310 p.

- Korpel' Š. (1991): Pestovanie lesa. Bratislava, Príroda: 465.
- Košulič M. (2010): Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu. FSC ČR, Brno.
- Košút M. (1982): Breza a jej význam v národnom hospodárstve. Lesnícke informácie, 1: 1–126.
- Kula E. (1998): Proč odumírá bříza v Krušných horách? Lesnická práce 77: 18-19.
- Kula E. (2011): Bříza a její význam pro trvalý rozvoj lesa v imisních oblastech. Nakladatelství Lesnická práce, Kostelec n. Černými lesy, 276 p.
- Kupka I. (2008): Pěstování lesů I. V Praze: Česká zemědělská univerzita.
- Leibundgut H. (1959): Über Zweck und Methodik der Struktur und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweiz. Z. Forstwesen, 110: 111–124.
- Leibundgut H. (1993): Europäische Urwälder. Paul Haupt, Bern.
- León-Lobos P., Ellis R. (2002): Seed storage behaviour of *Fagus sylvatica* and *Fagus crenata*. Seed Science Research, 12(1): 31-37. doi:10.1079/SSR200195
- Liss M. B. (1998): Der Einfluss von Weidewieh und Wild auf die naturliche und kunstliche
- Lokvenc T. (1959): Die vegetative Vermäherung der Fichte im Krkonoše (Riesengebirge). Acta Dendrology Čechoslovakia., 2: 71–82.
- Lukáčik I., Bugala M. (2005): Premenlivost, rastová charakteristika a ekológia jelše lepkavej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) a jelše sivej (*Alnus incana* (L.) Moench.) na Slovensku. Vědecké a pedagogické aktuality. Technická univerzita Zvolen: 68.
- 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.

- Mander Ü., Löhmus K., Teiter S., Uri V., Augustin J. (2008): Gaseous nitrogen and carbon fluxes in riparian alder stands. *Boreal Environment Research*, 13: 231-241.
- Mansourian S., Vallauri D., Dudley N. (2005): *Forest restoration in landscapes: beyond planting trees*. New York, NY: Springer.
- Matuszkiewicz J.M., Kowalska A., Kozłowska A., Roo-Zielińska E., Solon J. (2013): Differences in plant-species composition, richness and community structure in ancient and post-agricultural pine forests in central Poland. *Forest Ecology and Management.*, 310: 567–576.
- Mauer O. (2005): *Zakládání lesů*. MZLU, Brno: 93.
- Mayer H., Ott E. (1991): *Gebirgswaldbau, Schutzwaldpflege*. 2. Aufl., Stuttgart, New York, 587 s.,
- Motta R. (1996): Impact of wild ungulates on forest regeneration and tree composition of mountain forests in the Western Italian Alps. *Forest Ecology and Management.*, 88: 93-98.
- Mráček, Z. (1989): *Pěstování buku.*, 1. vydání, Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1989, 224 s.
- Mrkva R. (2001): Škody způsobené loupáním a ohryzem jelení zvěře rostou. *Lesnická práce*, 80: 164-167
- Myczkowski S. (1955): *Ekologie zespolów lesnych Tater polskich*, Kraków, 211 s.
- Ningre F., Colin F. (2007): Frost damage on the terminal shoot as a risk factor of fork incidence on common beech (*Fagus sylvatica* L.). *Annals of Forest Science*, 64(1): 79.86.
- O.Hara K.L., Latham P.A., Hessburg P., Smith B.G. (1996): A structural classification for inland Northwest forest vegetation. *Western Journal of Applied Forestry*, 11(3): 97.102.
- Oliver C.D., Larson B.C. (1996): *Forest Stand Dynamics*. update edition. John Wiley and Sons Inc., New York, NY.
- Otto H.J. (1994): *Waldökologie*. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- parcích Krkonoš. 1st Ed. *Folia forestalia Bohemica*. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce*, s.r.o.: 11: 288.

- Pfeffer A. (1961): Ochrana lesů: vysokoškolská učebnice pro lesnické fakulty. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. Lesnická knihovna.
- Pickett S. T., White P. S. (Eds.). (2013): The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Elsevier.
- Plíva K. (2000): Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souborů lesních typů., Brandýs nad Labem, ÚHUL, Účelová publikace.
- Podlaski R. (2004): A development cycle of the forest with fir (*Abies alba* Mill.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) in its species composition in the Świętokrzyski National Park. *Forest Ecology and Management.*, 50: 55–66.
- Podlaski R. (2006): Suitability of the selected statistical distributions for fitting diameter data in distinguished development stages and phases of near-natural mixed forests in the Swietokrzyski National Park (Poland). *Forest Ecology and Management.*, 236: 393–402.
- Podrázský V. (1999): Pedologické charakteristiky na půdách náchylných k introskeletové erozi. In: *Obnova a stabilizace horských lesů.* Bedřichov, VÚLHM Jíloviště-Strnady: 101–105
- Poleno Z., Vacek S. et al. (2009): Pěstování lesů III.: Praktické postupy pěstování lesů. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. 951 s.
- Poleno Z., Vacek S., Podrázský V., Remeš J., Mikeska M., Kobliha J., Bílek, L. (2007): Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy.
- Pretzsch H. (2009): *Forest Dynamics, Growth and Yield.* Springer Berlin Heidelberg, 617 p.
- Procházková Z. (2009): Quality, and fungus contamination, of European beech (*Fagus sylvatica*) beechnuts collected from the forest floor and from nets spread on the floor. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54(3): 205-212.
- Pukacka S., Ratajczak E. (2007): Age-related biochemical changes during storage of beech (*Fagus sylvatica* L.) seeds. *Seed Science Research*, 17(1): 45-53. doi:10.1017/S0960258507629432

- Quitt E. (1975): Klimatické oblasti ČSR, 1:500 000. – Kartografické nakladatelství, Praha.
- Reininger H. (1992): Ziestarkennutzung oder die Plenterung des Altersklassenwaldes. Funfte Aufgabe. Oster. Agrarwerlag.
- Remeš J., Bílek L., Vacek S. (2010): Pěstební postupy v lesních porostech zvláště chráněných území, Praha, Česká Zemědělská univerzita.
- Saarsalmi A., Palmgren K., Levula T. (1991): Harmaalepän vesojen biomassan tuotos ja avinteiden käyttö. Summary Biomass production nutrient consumption sprouts *Alnus incana*. Folia Forestry., 768: 1-25.
- Saniga M., Schütz J. P. (2002): Relation of dead wood course within the development cycle of selected virgin forests in Slovakia. Forest Ecology and Management., 48 (12): 513–528.
- Schröder T., Kehr R., Procházková Z., Sutherland J. R. (2004): Practical methods for estimating the infection rate of *Quercus robur* acorn seedlots by *Ciboria batschiana*. Forest Pathology, 34: 187-196.
- Simon J., Vacek S. (2008): Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů. Hospodářská úprava lesů. Mendelova zemědělská univerzita v Brně. S. 126.
- Slanař J., Vacek Z., Vacek S., Bulušek D., Cukor J., Štefančík I., Bílek L., Král J. (2017): Long-term transformation of submontane spruce-beech forests in the Jizerské hory Mts.: dynamics of natural regeneration. Central European Forestry Journal, 63(4): 213-225.
- Somora J. (1958): O rozšíření niektorých lesných drevín v skupine Lomnického štítu. Martin, Osveta, 151 s.
- Svoboda P. (1953): Lesní dřeviny a jejich porosty I. díl. Praha, SZN: 411.
- Svoboda P. (1957): Lesní dřeviny a jejich porosty III. díl. Praha, SZN, 457 s.
- Syrový S. (1958): Atlas podnebí ČSR. – Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha. 1958.

- Šamonil P., Vrška T. (2007): Trends and cyclical changes in natural fir-beech Forests at the north-western edge of the Carpathians. *Folia Geobotanica*, 42(4): 337-361. <https://doi.org/10.1007/BF02861699>
- Švarc J. et al. (1981): Ochrana proti škodám působeným zvěří. SZN Praha, 1981.
- Švestka M. et al. (1996): Praktické metody v ochraně lesa, Praha: Silva Regina.
- Ter Braak C., Šmilauer P. (2012): Canoco 5, Windows release (5.00). Software for multivariate data exploration, testing, and summarization. Biometris, Plant Research International: Wageningen, Germany.
- Trotsiuk V., Hobi M.L., Commarmot B. (2012): Age structure and disturbance dynamics of the relic virgin beech forest Uholka (Ukrainian Carpathians). *Forest Ecology and Management*, 265: 181-190.
- Uhlířová H. et al (1996): Poškození lesních dřevin, Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce s.r.o.
- ÚHUL (1999): OPRL – Oblastní plán rozvoje lesů, Přírodní lesní oblast č. 1, Krušné hory; Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, pobočka Plzeň, 352 s. + přílohy
- Úradníček L., Maděra P., Kolibáčová S., Koblížek J., Šefl J. (2001): Dřeviny České republiky. Písek: Matice Lesnická, spol. s.r.o., 333 s.
- Úradníček L., Maděra P., Tichá S., Koblížek J. (2009): Dřeviny České republiky. Lesnická práce s. r. o., Kostelec nad Černými lesy.
- Vacek S. (1981): Vyhlídky na úspěch přirozené obnovy v ochranných horských lesích Krkonoš. *Lesnická práce*, 60: 3: 118–124.
- Vacek S. (2004): Průzkum výskytu původních populací smrku ztepilého v NPR Králícký Sněžník na základě znaků morfologické proměnlivosti. Zpráva pro MŽP. Opočno, VÚLHM, 58 s.
- Vacek S. (2010): Regeneration of forest stands on permanent research plots in the Krkonoše Mts. *Journal of Forest Science*, 56: 541–554.



- Vacek S., Lokvenc T, Souček J. (1995): Přirozená obnova lesních porostů. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe. Praha, MZe ČR, č. 20: 1–46.
- Vacek S., Mareš V. (1985): Morfologická proměnlivost a kvalita bukvic ze semenných let 1982-1984. Práce VÚLHM, 66: 45-73.
- Vacek S., Mareš V. Jurásek A. (1983): Morfologická proměnlivost a kvalita semenné produkce bukových porostů. Zprávy lesnického výzkumu, 28: 4: 6–11.
- Vacek S., Podrázský V., Pelc F. (1996): Ekologické poměry, skladba a management komplexu Jizerskohorských bučin. Lesnictví, 42(1): 20.34.
- Vacek S., Prokúpková A., Vacek Z., Bulušek D., Šimůnek V., Králíček I., Prausová R., Hájek V. (2019): Growth response of mixed beech forests to climate change, various management and game pressure in Central Europe. *Journal of Forest Science*, 65(9): 331-345.
- Vacek S., Simon J., Remeš J. et al. (2007): Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o.: 447.
- Vacek S., Tesař, V. (1991): Skladba mladých jeřábových porostů v Krkonoších. *Lesnictví*, 37: 6: 469–487.
- Vacek S., Vacek Z., Schwarz O. et al. (2009): Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních
- Vacek Z., Vacek S., Podrázský V., Bílek L., Štefančík I., Moser W., 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., Vacek S., Remeš J., Štefančík I., Bulušek D., Bílek L. (2013): Struktura a modelový vývoj lesních porostů v NPR Trčkov – CHKO Orlické Hory, Česká republika. *Forestry Journal*, 59(4): 248-263. <https://doi.org/10.2478/forj-2014-0030>

- Vacek, S., Prokúpková, A., Vacek, Z., Bulušek, D., Šimůnek, V., Králíček, I., 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. <https://doi.org/10.17221/82/2019-JFS>
- Vacek, Z. (2017). Structure and dynamics of spruce-beech-fir forests in Nature Reserves of the Orlické hory Mts. in relation to ungulate game. *Central European Forestry Journal*, 63(1), 23-34. <https://doi.org/10.1515/forj-2017-0006>
- Veblen T. (1992): Regeneration dynamics. Chapman and Hall, London, pp 152-187.
- Viewegh J. (2003): Klasifikace lesních rostlinných společenstev (se zaměřením na Typologický systém ÚHÚL). V Praze: Česká zemědělská univerzita, Lesnická fakulta, Katedra dendrologie a šlechtění lesních dřevin, 189 s.
- von Oheimb G., Westphal C., Tempel H., Härdtle W. (2005): Structural pattern of a near-natural beech (*Fagus sylvatica*) forest (Serrahn, northeast Germany). *Forest Ecology and Management.*, 212: 253–263.
- Vosátka J. (2007): Penzum znalostí z myslivosti, Druckvo, spol. s.r.o.
- 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 Forest Ecology and Management.*, 259: 2172–2182.
- Zabloudil F., Korhon P. (2005): Ochrana porostů proti škodám zvěří dříve a dnes. *Myslivost* 10/2005, online. (cit. 2019-11-18). Dostupné z: <http://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2005/Rijen---2005/OCHRANA-POROSTU-PROTI-SKODAMZVERI-DRIVE-A-DNES.aspx>.
- Zoubek V., Škvor V. et al. (1963): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě 1:200 000. – list M-33-XIV Teplice. ÚÚG Praha.
- Zýka V., K. Černý, V. Strnadová, D. Zahradník, M. Hrabětová, L. Havrdová, D. Romportl (2018): Predikce poškození porostů smrku

pichlavého kloubnatkou smrkovou v Krušných horách: specializovaná mapa s odborným obsahem = Modeling of Gemmamyces bud blight impact on Colorado blue spruce in the Ore Mts. : specialized map with expert content. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, veřejná výzkumná instituce.

