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

Obnova původní druhové skladby lesů ve východní části Krkonošského národního parku

Restoration of the original tree species composition of forests in the eastern part of the Krkonoše National Park

Bakalářská práce

Autor práce: Jan Fiala

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

Praha 2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Fiala

Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název práce

Obnova původní druhové skladby lesů ve východní části Krkonošského národního parku

Název anglicky

Restoration of the original tree species composition of forests in the eastern part of the Krkonoše National Park

---

Cíle práce

Získat poznatky o stavu a obnově původní druhové skladby porostů ve východní části Krkonošského národního parku v oblasti Malé Úpy.

Metodika

– Rozbor problematiky původní, současné a cílové druhové skladby lesních porostů, a to zejména horských lesů ve střední Evropě se zaměřením na obnovu původní druhové skladby ve východní části Krkonošského národního parku.

– Charakteristika zájmové oblasti Krkonoš a zejména pak stanovištních a porostních poměrů lesů v oblasti Malé Úpy.

– Charakteristika vybraných lokalit se zaměřením na historii a pěstební postupy včetně tvorby porostních směsí, finanční náročnosti a škod zvěří.

– Standardní biometrická měření struktury lesních porostů.

– Aplikace standardních biometrických a matematicko-statistických metod.

– Vyhodnocení obnovy původní druhové skladby lesních porostů v oblasti Malé Úpy.

– Využití získaných poznatků o postupech obnovy původní druhové skladby lesních porostů s akcentem na podporu jedle bělokoré a buku lesního v Krkonošském národním parku pro tvorbu přírodě blízkého pěstebního managementu.

Doporučený rozsah práce

Minimálně 30 stran textu.

Klíčová slova

druhová skladba, biodiverzita, horské lesy, buk lesní, jedle bělokorá, Krkonošský národní park

Doporučené zdroje informací

POLENO, Z., VACEK, S. et al. (2007): Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 464 s.

POLENO, Z., VACEK, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 952 s.

POLENO, Z., VACEK, S. et al. (2011): Pěstování lesů I. Ekologické základy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 320 s.

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

VACEK, S., 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., SLANAŘ, J., BÍLEK, L., BULUŠEK, D., ŠTEFANČÍK, I., KRÁLÍČEK, I., VANČURA, K. (2019): Adaption of Norway spruce and European beech forests under climate change: from resistance to close-to-nature silviculture. Central European Forestry Journal, 65: 2: 129-144.

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. Anna Prokůpková

V Praze dne 18. 06. 2019

Čestné prohlášení

Tímto prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „Obnova původní druhové skladby lesů ve východní části Krkonošského národního parku“ vypracoval zcela samostatně, a to pouze s použitím literárních pramenů, které náležitě cituji v seznamu použité literatury.

.....

V Pardubicích dne 20. dubna 2021 Jan Fiala

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Zdeňku Vackovi Ph.D. za odborné vedení při vypracovávání této práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Pavlu Urbanovi za poskytnutí cenných informací. V neposlední řadě chci poděkovat své rodině, přátelům a kolegům z FLD ČZU v Praze za jejich rady, podporu a trpělivost, kterou se mnou měli po celou dobu studia.

Abstrakt

Úspěšná obnova lesních porostů s původní druhovou skladbou je jedním ze základních prvků managementu a budoucího vývoje horských lesů, zejména pak ve zvláště chráněných územích. Cílem této bakalářské práce bylo získat poznatky o stavu a obnově původní druhové skladby porostů ve východní části Krkonošského národního parku v oblasti Horní Malé Úpy. Konkrétním cílem bylo popsat probíhající umělou obnovu lesních porostů, zjistit kvalitu a míru poškození vysazovaných a náletových dřevin a v této souvislosti porovnat a zhodnotit ekonomickou náročnost a efektivitu obnovy porostu do budoucna. Struktura přirozené a umělé obnovy byla hodnocena na 4 oplocených zkusných plochách a 4 kontrolních plochách bez oplocení o výměře 50 m². Na každé ploše byl zjišťován počet jedinců přirozené obnovy, rovněž také její druhová skladba. U každého měřeného jedince byl dále posuzován jeho stav (mechanické poškození či poškození okusem zvěře) a pěstební kvalita. Z výsledných hodnot je patrné, že hlavní dřevinou umělé obnovy byl buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) čítající 3 000 ks/ha a jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.) se stejným vysazovaným počtem 3 000 ks/ha. Mezi hlavní dřeviny přirozené obnovy patřil smrk ztepilý (*Picea abies* /L./ Karst.) s 400-8 000 ks/ha, jeřáb ptačí (600-1 400 ks/ha) a bříza bělokorá *(Betula pendula* Roth.) (200-600 ks/ha). Ze všech evidovaných jedinců bylo poškozeno v oplocených plochách průměrně 18 % jedinců obnovy, na plochách kontrolních (bez oplocení) pak průměrně 51 % jedinců obnovy. Nejvíce byly poškozovány právě listnaté dřeviny, především jeřáb ptačí byl okusem výrazně limitován v růstu (100 % podíl poškození jedinců mimo oplocené plochy). Naopak nejméně ovlivněnou dřevinou tlakem zvěře byl smrk ztepilý (9 %). Vzhledem k velké míře poškození jedinců obnovy, je nasnadě posoudit skutečnosti stavu zvěře, kdy pro zdárnou obnovu zdejších porostu se zdá být nezbytná jejich výrazná redukce na ekologicky únosnou mez.

Klíčová slova: druhová skladba; biodiverzita; horské lesy; buk lesní; jedle bělokorá; Krkonošský národní park; jelen evropský

Abstract

Successful restoration of forest stands with the original tree species composition is one of the basic elements of forest management and future dynamics of mountain forests, especially in protected areas. This bachelor thesis focuses on the subject of restoration of the original species composition of forest stands in the eastern part of the Krkonoše Mountains National Park, in the Horní Malá Úpa area. The objective of this thesis was to describe the ongoing process of artificial regeneration of forest stands, to determine the quality and the extent of damage of planted and primary tree species and to evaluate its financial cost and efficiency. Structure of artificial and natural regeneration was evaluated at four fenced research plots and four control plots without fencing with an area of 50 m². The number and kind of tree species of each individuals were determined in each reseacrh plot. Furthermore, the damage (mechanically or by game) and silviculture quality of the regeneration of each individual were evaluated. The results show that European beech *(Fagus sylvatica* L.) with 3 000 pcs/ha and rowan *(Sorbus aucuparia* L.*)* with 3 000 pcs/ha were the predominant tree species of the artificial regeneration. The most represented species of natural regeneration were Norway spruce *(Picea abies* /L./ Karst.) (400-8 000 pcs/ha), rowan (600-1 400 pcs/ha) and silver birch *(Betula pendula* Roth.) (200-600 pcs/ha). Of all registered individuals, on average 18% of regeneration individuals were damaged in fenced plots and on average 51% of regeneration individuals in control areas (without fencing). Deciduous tree species were among the most damaged trees. The most limited tree species by game was rowan individuals with 100 % damage outside the fenced area. On the other hand, the smallest damage was suffered by Norway spruce with 9%. Due to this high damage rate, it is obvious to assess the facts of the state of hoofed game, when for the successful restoration of the original tree species composition of local forest stands, it seems necessary to significantly reduce its population to an environmentally acceptable level.

Key words: species composition; biodiversity; mountain forests; European beech; silver fir; Krkonoše Mountains National Park; red deer

Obsah práce:

1. Úvod 13

2. Cíle práce 14

3. Rozbor problematiky 15

3. 1. Obnova lesa 17

3. 1. 1. Přirozená obnova lesa 17

3. 1. 2. Umělá obnova lesa 20

3. 1. 3. Kombinovaná obnova lesa 21

3. 2. Obnova a výchova lesního porostu 22

3. 2. 1. Základní zásady obnovy a výchovy porostů 22

3. 3. Limitující faktory obnovy lesa 24

3. 3. 1. Abiotické faktory 24

3. 3. 2. Biotické faktory 25

3. 3. 2. 1. Lidská činnost 25

3. 4. Škody zvěří 26

3. 4. 1. Jelen evropský (*Cervus elaphus*) 27

3. 4. 2. Srnec obecný (*Capreolus capreolus*) 29

3. 4. 3. Zajíc polní (*Lepus europaeus*) 30

3. 5. Zkoumané dřeviny obnovy 31

3. 5. 1. Smrk ztepilý (*Picea abies* /L./ Karst.) 31

3. 5. 2. Jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.) 33

3. 5. 3. Jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.) 35

3. 5. 4. Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) 37

3. 5. 5. Javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.) 39

3. 5. 6. Bříza bělokorá (*Betula pendula* Roth.) 40

4. Materiál a metodika 42

4. 1. Charakteristika zájmového území 42

4. 1. 1. Krkonošský národní park 42

4. 1. 1. 1. Geologie a geomorfologie 44

4. 1. 1. 2. Půdní poměry 44

4. 1. 1. 3. Vegetační výškové stupně v Krkonoších 45

4. 1. 1. 4. Klima 46

4. 1. 1. 5. Hydrologie 47

4. 1. 1. 6. Fauna a flóra 47

4. 1. 1. 7. Současná druhová skladba porostu 47

4. 1. 1. 8. Přirozená druhová skladba porostu 48
4. 1. 2. Oblast Horní Malá Úpa 49
4. 1. 3. Probíhající umělá obnova v Horní Malé Úpě 49
4. 1. 4. Druhy umělé obnovy realizované v Horní Malé Úpě 50
4. 1. 4. 1. Dvojsadba buku lesního a smrku ztepilého 50
4. 1. 4. 2. Jednotlivé vysazování buku lesního bez mech. ochrany 51
4. 1. 4. 3. Jednotlivé vysazování sazenic - jedle bělokoré s individuální ochranou. 52
4. 1. 4. 4. Jednotlivé vysazování sazenic - buk lesní, jeřáb ptačí, javor klen (podsadba) 53
4. 1. 4. 5. Umělá obnova síjí - bříza bělokorá, bříza pýřitá a smrk ztepilý 55
4. 1. 4. 6. Skupinová výsadba odrostků - buk lesní, jeřáb ptačí tzv. OPLOCENKY 56
4. 1. 5. Charakteristika výzkumných ploch 57
4. 1. 5. 1. Oplocenka 1a a kontrolní plocha 1b 59
4. 1. 5. 2. Oplocenka 2a a kontrolní plocha 2b 61
4. 1. 5. 3. Oplocenka 3a a kontrolní plocha 3b 62
4. 1. 5. 4. Oplocenka 4a a kontrolní plocha 4b 64
4. 2. Finanční náklady na umělou obnovu 65
4. 3. Sběr a analýza dat 66
5. Výsledky 68
5. 1. Výsledky oplocenka 1a a kontrolní plocha 1b 68
5. 2. Výsledky oplocenka 2a a kontrolní plocha 2b 69
5. 3. Výsledky oplocenka 3a a kontrolní plocha 3b 71
5. 4. Výsledky oplocenka 4a a kontrolní plocha 4b 72
5. 5. Škody zvěří 74
6. Diskuse 76
7. Závěr 79
8. **Seznam použitých zdrojů** 80

Seznam použitých zkratek:

bk – buk lesní

bř – bříza bělokorá

ČR – Česká republika

ČZU – Česká zemědělská univerzita

FLD – fakulta lesnická a dřevařská

CHKO – chráněná krajinná oblast

jd – jedle bělokorá

JPRL – jednotka prostorového rozdělení lesa

jř – jeřáb ptačí

kl – javor klen

KRNAP – Krkonošský národní park

LHC – lesní hospodářský celek

LÚ – lesní úsek

MS – Microsoft

MZD – meliorační a zpevňující dřeviny

NP – národní park

sm – smrk ztepilý

ÚP – územní pracoviště

ÚHÚL - Ústav pro hospodářskou úpravu lesů

Seznam obrázků:

Obr. 1: Přirozená obnova smrkového porostu (Fiala 2019).
Obr. 2 : Umělá obnova jeřábu ptačího (Fiala 2019).
Obr. 3: Škody zvěří - okus (Fiala 2019).
Obr. 4: Škody zvěří – vytloukání (Fiala 2019).
Obr. 5: Škody zvěří – ohryz, loupání (Fiala 2019).
Obr. 6: Jelen evropský (Cervus elaphus) (Fiala 2019).
Obr. 7: Srnec obecný (Lepus europaeus) (KRNAP 2020)
Obr. 8: Zajíc polní (Capreolus capreolus) (KRNAP 2020)
Obr. 9 : Smrk ztepilý (Fiala 2019).
Obr. 10: Smrk ztepilý (Fiala 2019).
Obr. 11: Jedle bělokorá (Fiala 2019).
Obr. 12: Jedle bělokorá (Fiala 2019).
Obr. 13: Jeřáb ptačí (Fiala 2019).
Obr. 14: Buk lesní (Fiala 2019).
Obr. 15: Javor klen (Fiala 2019).
Obr. 16: Bříza bělokorá (Fiala 2019).
Obr. 17: Nové zonace KRNAP (KRNAP 2020).
Obr. 18: Druhová skladba současných krkonošských lesů (KRNAP 2018).
Obr. 19: Přirozená druhová skladba krkonošských lesů (KRNAP 2018).
Obr. 20: Celkový pohled Horní Malá Úpa (Fiala 2019).
Obr. 21: Současná druhová skladba Horní Malá Úpa (Fiala 2019).
Obr. 22: Dvojsadba buk lesní a smrk ztepilý (Fiala 2019).
Obr. 23: Vysazení buku v blízkosti lesní cesty (Fiala 2019).
Obr. 24: Jednotlivá podsadba jedle bělokoré v celodřevěné ochraně, patrné mírné poškození spadlým stromem (Fiala 2019).
Obr. 25: Pozůstatek individuální ochrany zeleným plastem, patrné poškození stromku oloupáním kůry (Fiala 2019).
Obr. 26: Podsadba listnatých druhů dřevin s individuální ochranou (Fiala 2019).
Obr. 27: Výsev břízy (Fiala 2019).
Obr. 28: Jedna ze 150 oplocenek o výměře 50 m² (Fiala 2019).
Obr. 29: Lokalizace výzkumných ploch v zájmovém území Malá Úpa (mapy.cz).
Obr. 30: Poškození odrostku oloupáním kůry (Fiala 2019).
Obr. 31: Obrysová mapa (KRNAP ortofoto mapa k LHP).
Obr. 32: Celkový pohled na oplocenku 1a (Fiala 2019).

Obr. 33: Celkový pohled na oplocenku 1a (Fiala 2019).
Obr. 34: Obrysová mapa (KRNAP ortofoto mapa k LHP).
Obr. 35: Celkový pohled na oplocenku 2a (Fiala 2019).
Obr. 36: Obrysová mapa (KRNAP ortofoto mapa k LHP).
Obr. 37: Celkový pohled na oplocenku 3a (Fiala 2019).
Obr. 38: Obrysová mapa (KRNAP ortofoto mapa k LHP).
Obr. 39: Celkový pohled na oplocenku 4a (Fiala 2019).
Obr. 40: Druhová skladba obnovy v oplocence 1a a na kontrolní ploše 1b (Fiala 2019)
Obr. 41: Druhová skladba obnovy v oplocence 2a a na kontrolní ploše 2b (Fiala 2019)
Obr. 42: Druhová skladba obnovy v oplocence 3a a na kontrolní ploše 3b (Fiala 2019)
Obr. 43: Druhová skladba obnovy v oplocence 4a a na kontrolní ploše 4b (Fiala 2019)
Obr. 44: Podíl poškozené obnovy diferencovaně dle typu poškození okusem v oplocenkách a na kontrolních plochách (Fiala 2019)
Obr. 45: Podíl poškozené obnovy okusem diferencovaně dle dřevin v oplocenkách a na kontrolních plochách (Fiala 2019)

Seznam tabulek :

Tab. 1: Současné náklady a náklady přepokládané na umělou obnovu porostu (Fiala 2019)
Tab. 2: Poškození obnovy, oplocenka 1a a plocha 1b (Fiala 2019).
Tab. 3: Poškození obnovy, oplocenka 2a a plocha 2b (Fiala 2019).
Tab. 4: Poškození obnovy, oplocenka 3a a plocha 3b (Fiala 2019).
Tab. 5: Poškození obnovy, oplocenka 4a a plocha 4b (Fiala 2019).

1. Úvod

Horské lesy jsou velmi významnou a podstatnou součástí středoevropské krajiny. Nejen, že tyto lesy poskytují produkci dříví, kyslíku, útočiště živočichů či možnost rekreace, ale slouží také k ochraně níže položených oblastí. Právě poslední zmíněná ochranná funkce je pak naprosto závislá na struktuře a zdravotním stavu těchto lesních porostů (Brang, Lessig 2000). Nicméně hospodaření v horských lesích často naráží na střety různých zájmů, nejčastěji se tak jedná o komplikované nacházení kompromisů mezi ekologickými a vysloveně produkčními funkcemi lesa (Vacek 2003a).

Zájmové území této studie se nachází v Krkonošském národním parku. Tento národní park patří nejen k vůbec nejvýznamnějším prvkům ochrany přírody v ČR, ale také ve středoevropském měřítku. Krkonoše se rozkládají na česko-polské hranici rozsáhlejší a významnější část však leží na území České republiky. Krkonoše jsou zároveň nejvyšším pohořím ČR, nejvyšší horou Krkonoš a současně celé České republiky je Sněžka (1 603 m n.m.). Z hlediska charakteristiky biodiverzity, se jedná o nejrozmanitější a nejrozsáhlejší tuzemské lesní komplexy. S ohledem na zmíněné devizy této krajiny pozorujeme také snahu zdejšího lesnického managementu o co největší přiblížení lesních porostů přirozenému stavu, a naopak minimalizaci vstupů člověka. Záměrem takového hospodaření je zde především zvýšení stability porostů a rekonstrukce původní dřevinné skladby (KRNAP 2020). Zachování stávajících lesních ekosystémů Krkonoš a v některých případech jejich rekonstrukci, tak lesní hospodáři a současně také laická veřejnost, chápe jako jeden ze zásadních úkolů péče o krajinu ČR (Vacek et al. 2003a). Krkonoše jsou diverzifikované také jedinečnou strukturou různých stanovišť, jakož i edifikátory lesních dřevin (Vacek et al. 2005).

2. Cíle práce

Cílem této bakalářské práce bylo získat poznatky o stavu a obnově původní druhové skladby porostů ve východní části Krkonošského národního parku v oblasti Malá Úpa, LHC Maršov – ÚP 35 Pec Pod Sněžkou – LÚ 5 Pomezní Boudy. Prvním cílem práce bylo vytvoření literárního přehledu o problematice obnovy lesa, faktorů limitující obnovu lesa, škodami zvěří, rovněž také o charakteristice dotyčných dřevin Jedním z cílů práce bylo také charakterizovat zájmové území Krkonošský národní park, oblast Horní Malá Úpa a dále popsat vybrané čtyři zkusné plochy z pohledu stanovištních a porostních poměrů. Hlavním cílem práce však bylo zjistit početnost, druhové složení a míru poškození všech jedinců umělé a přirozené obnovy na zkusných a kontrolních plochách. Cílem práce bylo také porovnání získaných výsledků s domácí a zahraniční literaturou zabývající se danou tématikou obnovy lesa a škodami zvěří. Na základě získaných poznatků bylo dílčím cílem této práce také doporučení vhodného lesnického managementu v rámci problematiky zvýšených stavů zvěře.

3. Rozbor problematiky

Horské smrkové lesy neboli smrčiny se vyskytují na svazích a hřebenech Krkonoš ve výškách kolem 1 000 až 1 300 m n. m. Jedná se o přirozené původní horské smrkové lesy, ve kterých je dominantní smrk ztepilý. Mimo smrku ztepilého doplňují dřevinnou skladbu v horských smrčinách v omezené míře listnaté stromy, jako jsou jeřáb ptačí, javor horský-klen, bříza bělokorá a buk lesní. Do nadmořské výšky 1 000 m n. m. jedle bělokorá. Původních smrkových porostů je celkem více jak 270 ha. Současná rozloha lesů na české straně Krkonoš je přibližně 36 tisíc ha. Je zde zastoupeno více jak 60 druhů dřevin. Původní druhová skladba a rozložení v prostoru do značné míry ovlivnil v minulosti člověk, a s koncem minulého století pak zhoršující se kvalita životní prostředí, zejména znečištěné ovzduší. Tyto lesy jsou velmi významnou součástí krajiny našeho státu. Jsou z hlediska zvláštního významu objektem ochrany životního prostředí a stabilizace přírodních procesů i samoregulačním prvkem krajiny (Vacek 1999).

Mimo jiné plní mnoho produkčních i mimoprodukčních funkcí. Jedná se o produkci dřeva, zvěřiny, lesních plodů apod., ale i pro ostatní celospolečenské zájmy jako je ochrana půdy, ochrana a regulace klimatu, dnes tak důležité zadržování vody v krajině, také neméně důležité funkce rekreační a funkce ochrany přírody. Trvale udržitelným obhospodařováním těchto oblastí se vytvoří ekologicky, stabilní, druhově, ekotypově a prostorově rozmanitý (diferencovaného) funkční a přírodě blízký les. (Míchal et al. 1992, Jaworski 1998). Na našem území jsou vyhlášeny národní parky a chráněné krajinné oblasti, řadíme je mezi velkoplošná zvláště chráněná území. Česká republika má také velké množství maloplošných zvláště chráněných území (národní přírodní rezervace a chráněné krajinné oblasti) dále systémy ekologické stability i prioritní biotypy Evropské unie ve smyslu Natura 2000. Mezi chráněné lokality horských lesů patří Krkonošský národní park (KRNAP), Národní park Šumava (NP Šumava) a chráněné krajinné oblasti Slavkovský les, Jizerské hory, Orlické hory, Jeseníky, Beskydy a Šumava. Od šedesátých let minulého století byla snaha prostřednictvím

vyhlašování velkoplošných chráněných území o ochranu přírodně zachovalých oblastí s výjimečnou zachovalostí a s charakteristickým rázem krajiny. Vymezováním národních parků (NP) a chráněných krajinných oblastí (CHKO) se ukázalo být významným nástrojem ochrany přírody a péči o krajinu. (Petříček et al. 1999)

Tato horská území jsou velmi významná z hlediska záchrany biodiverzity v rostlinné a živočišné říši, jejich společenstev a vzájemné fungování jednotlivých ekosystémů (Míchal, Petříček et al. 1999)

Je důležité zachovat a chránit na těchto lokalitách původní genovou základnu dřevin, bylin, lišejníků, mechorostů, hub ale i všech živočichů a mikroorganismů. Více jak 50 let znečištěné ovzduší negativním způsobem ovlivňuje veškeré horské lesy v ČR. Silná a rychlá degradace lesních porostů, ovlivňuje veškeré ekologické a environmentální funkce horských lesů. Nenávratné ztráty genově původních dřevin má dalekosáhlé nepříznivé dopady na společnost, ekologii (Peřina et al. 1984) a také na výši budoucích ekonomických nákladů na obnovu ekosystémů. V době, kdy se holosečně vytěžil odumírající porost, začaly se objevovat problémy s obnovou porostu. Jednalo se o rozsáhlé kalamitní holiny. Vůbec nejhorší stav byl v ochranných horských lesích. Tyto lesy v minulosti byly pro svou nezajímavost z hlediska ekonomické výhodnosti hospodaření dlouhodobě zanedbávány (Tesař 1993a). Hlavně se jednalo o vyšší polohy Sudet, kde byl problémový přístup lesnické techniky zajišťující obhospodařování lesa, a proto nebyly lesy cíleně pěstovány, a tím vznikly lokality vhodné pro bezzásahový způsob hospodaření. Proto už v sedmdesátých letech bylo možné ve vrcholových partiích našich hor vidět většinou rozsáhlé smrkové lesy, které byly již za svým fyzickým zenitem (Vacek et al. 1994). Porosty byly staré a přirozeně se rozpadaly. Vysoký stav spárkaté zvěře v podstatě zcela zlikvidoval jakýkoliv, ať už přirozený nebo umělý pokus o obnovu lesa (Vacek et al. 1995).

3. 1. Obnova lesa

Úspěšná obnova lesních porostů je jednou z nejdůležitějších podmínek další existence lesů a je základem ekologické stability (Kupka 2000). Specifickým lesním ekosystémem jsou horské lesy (Detsch et al. 2000). Obnova a zachování těchto lesů je zásadním úkolem lesnictví (Grimm, Wissel 1997; Holling 1973).

3. 1. 1. Přirozená obnova lesa

S přirozenou obnovou stanoviště a geneticky vhodných lesních dřevin se počítá všude tam, kde vyhovují cílové skladbě porostů a kde to podmínky prostředí umožňují. Podmínky pro úspěšnou přirozenou obnovu se vytváření dlouho předtím (Vacek et al. 2003a). Pro managementy národních parků je přirozená obnova základní prvek obnovy horských lesů (Tesař et al. 1996).

Přirozená obnova lesního porostu je v podstatě samovolný a přírodní proces, probíhající automaticky bez přičinění člověka. Jde o rozmnožování semennou nebo výmladkovou formou pomocí mateřského porostu v souladu s přírodními procesy (Obr. 1). Semenný způsob vzniká náletem nebo opadem semen z mateřského porostu na plochu. Velký význam v přirozené obnově mají živočichové, pomocí kterých dochází na delší vzdálenosti šíření semen v jejich trusu (zoochorie). Semeno, aby se ujalo a zdárně se vyvinulo v mladý porost, musí padnout do podmínek příznivých k jeho růstu. Co se týká obnovy výmladkové, tu dělíme na kořenovou a pařezovou. Dalším způsobem přirozené obnovy je množení vegetativním způsobem. V horských oblastech na hranici lesa, kde jsou nepříznivé klimatické podmínky, a nedochází tak často jako v nižších oblastech k vývinu semen (absence semenných let) dochází u smrku pomocí sněhu k uléhání spodních větví na silnou spodní vrstvu humusu, trávy, zbytku opadu. Kde časem vznikají pomocné kořeny, a dojde k založení nového jedince. Díky tomu dochází k zachování původního druhu smrku, který roste v nejvyšších polohách Krkonoš a dalších horských oblastech ČR. Tento horský smrk je schopen odolávat nepříznivým klimatickým

podmínkám na hranici lesa (Poleno et al. 2009).

Důležitým základním prvkem přírodě blízkému způsobu obhospodařování lesů je přirozená obnova porostu. V národních parcích je to jediný způsob obnovy v bezzásahových zónách a je základním kamenem managementu pěstování lesů. Přirozená obnova má mnoho výhod (Kupka 2004).

Obr. 1: Přirozená obnova smrkového porostu (Fiala 2019).

Výhody přirozené obnovy:

- Nenarušený růst a vývoj kvalitního kořenového systému u semenáčků vzniklých náletem (Korpel et al. 1991).
- Udržení autochtonních a genotypově typických dřevin pro danou oblast. Tyto dřeviny tak zdědí po rodičích větší odolnost na extrémní klima (Kupka 2004; Milad et al. 2011).
- Přirozené přizpůsobení obnovy mikrostanovištním poměrům a udržení značné genetické diverzity populací dřevin (Vacek et al. 2009).
- Přirozená diferenciace v přehuštěných porostech přirozené obnovy, kde až 90 % jedinců se samo selektuje. To snižuje náklady na výchovu a péči o mlaziny (Reininger 1992).

- Vyzvednutí a použití náletu (semenáčků) jak k přímé výsadbě do mezernatého porostu, tak k použití do školek k další pěstebním účelům (Kantor 2001).
- Nulové náklady na pěstební materiál (sadbu, síji) a velké úspory nákladů na úpravu půdy a vylepšování mezer (Ambrož et al. 2015).
- Výrazně nižší škody způsobené zvěří, vzhledem k vysokému počtu náletových semenáčků (Motta 1996).

Nevýhody přirozené obnovy:

- Přirozená obnova vzniká pouze z přítomnosti druhů mateřských porostů na dané lokalitě. Ve smrkových monokulturách se občas vyskytují semenáčky druhů dřevin, které se dostaly z jiných zdrojů, například pomocí ptáků, hrabošů či veverek (Poleno et al. 2009).
- Všeobecné prospívání a mortalita semenáčků v přirozených lesích je závislá na mnoha faktorech, jako je například mráz, pohyb sněhu, poškozování zvěří nebo přízemní vegetací (buřinou) (Vacek et al. 2003).
- Nevýhodou je i v horských lesích nepříznivý vliv klimatu a dlouhá a nepravidelná perioda semenných let (Šerá et al. 2000).
- Mráz, pohyb sněhu při jarním tání a přívalová voda bývají pro mladé semenáčky velkým nebezpečím a často je poškozují (Vacek 1981).
- Nerovnoměrnost a nahodilost náletu někdy způsobuje vznik přehoustlých, tak i řídkých míst. Tím se snižuje kvalita okrajových stromů, které bývají jednostranně zavětvené (Kantor 2001).
- Přirozená obnova v závislosti na fruktifikaci stromů jednotlivých dřevin, znemožňuje úspěšnou semennou obnovu každý rok (Vacek et al.1985). Lesní porost vzniklý přirozenou obnovou je pro následnou těžební činnost oproti lesům vzniklým umělou obnovou technologicky náročnější (Vacek et al. 2009).

3. 1. 2. Umělá obnova lesa

Umělá obnova je platná hlavně tam, kde přirozená obnova je nedostačující nebo zcela chybí, a pro vnášení chybějících melioračních a zpevňujících dřevin. Počty sazenic jednotlivých dřevin určuje vyhláška Ministerstva zemědělství (Vacek et al. 2003).

Umělá obnova lesního porostu je od začátku závislá na činnosti člověka, je plánovaná a prováděna buď výsevem semen nebo sadbou sazenic (Obr. 2). Vzniklý porost je založený podle plánu (druhově a početně), je přehledný, optimálně hustý, připravený pro snadné pravidelné obhospodařování a následnou těžbu dřeva. I přes zvyšování podílu přirozené obnovy, je umělá obnova v lesním hospodářství ČR stále jedním z tradičních způsobů obnovy lesa, a to už od konce 18. století (Kantor et al. 2014).

Obr. 2 : Umělá obnova jeřábu ptačího (Fiala 2019).

Výhody umělé obnovy:

- Možnost vysazování dřevin, které se na dané lokalitě nevyskytují.
- Možnost volby vhodného genotypu vysazovaných dřevin.
- Obnova porostu není závislá na semenných rocích (Kupka 2004).
- Obnova porostu je možná i tam kde chybí mateřské dřeviny některých druhů.
- Založení porostu je optimálně husté, rovnoměrnější a přehlednější.
- Přístup lesnické techniky a mechanizace je jednodušší (Vacek et al. 2009).

Nevýhody přirozené obnovy:

- Především vysoké náklady na zalesňování a výchovu porostu (Kupka 2004).
- Může dojít při sadbě v rámci školkařských operací k poškození a deformaci kořenového systému sazenic. Je vysoké riziko přerušení koloběhu živin z důvodu přesazení sadebního materiálu (Kupka 2004).
- Omezení možnosti výběru při výchově z důvodů nízkého počtu sazenic.
- vznik věkově a prostorově stejných porostů (Vacek et al. 2009).

3. 1. 3. Kombinovaná obnova lesa

Cíleně využívá jak přirozenou, tak umělou obnovu na jedné obnovované ploše. V mnoha případech nelze přirozenou obnovou zajistit celou obnovní plochu, je tedy potřeba doplnit porost umělou obnovou. Pokud je zjištěna nedostatečná přirozená obnova porostu u horní hranice lesa, musí se počet semenáčku doplnit umělou obnovou, a to především podsadbou. Ve vyšších nadmořských výškách je i počet semenných roků mnohem méně častý než ve středních polohách (Gubka 2006).

Při aplikaci kombinované obnovy porostu je důležité respektovat stanovištní podmínky a postupovat v souladu s cíly trvale udržitelným hospodařením v dané lokalitě. Použitím kombinované obnovy lze dosáhnout výrazně lepších melioračních účinků, stability a diverzity budoucího porostu (Lokvenc et al. 1996)

3. 2. Obnova a výchova lesního porostu

Obnova porostů je zásadním stavebním kamenem pro vytvoření ekologicky stabilních lesních ekosystémů s početnou biodiverzitou a vysokou stabilitou. Tyto lesní porosty pak dlouhodobě plní požadované funkce lesa v souladu s plány péče či LHP (KRNAP 2019).

3. 2. 1. Základní zásady obnovy a výchovy porostů

- Ve všech směrech by lesní porost složený z původních a druhově rozmanitých dřevin jako jsou jedle bělokorá, smrk ztepilý, jeřáb ptačí, jeřáb muk, javor horský, buk lesní, bříza bělokorá, pýřitá měl být stabilnější a přírodě bližší než nepůvodní smrková monokultura.
- V zájmu lesního hospodáře by mělo být vytvoření stabilního lesního porostu. Při aplikaci výchovných zásahů, by se měly používat takové postupy, které jsou maximálně účinné pro jednotlivé dřeviny (Vacek et. al. 2003).
- Výchovné zásahy by měly odstraňovat některé stromy. Selekcí těchto stromů se upraví dřevinná a prostorová skladba dále se změní režim světla, tepla a vody. Každý výchovný zásah by měl mít pozitivní vliv na celkové prospívání porostu, hlavně pak na stav půdy, mechanickou stabilitu a zdravotní kondici.
- Pro smrkový porost je mechanická stabilita důležitá a je určujícím faktorem pro jeho životnost.
- Výchovný zásah se stává naléhavým, pokud dojde k ohrožení růstu a vývoji melioračních a zpevňujících dřevin (dále jen MZD) a ostatních původních dřevin zajišťující biodiverzitu porostu.
- Důležitým úkolem lesního hospodáře je pomocí výchovy vytvářet přírodě blízké skladby lesa, ve kterých pomocí autoregulace probíhají přirozené přírodní procesy. Výchova provedená ve správný čas na stávajících smrkových monokulturách, mnohdy nestabilních a rozpadajících se, je zásadní rozhodnutí k dosažení tohoto cíle. Ponecháním mladých porostů vzniklých přirozenou obnovou po delší dobu pod mateřským

porostem, má příznivý vliv na jejich autoselekci. Prospěšné jsou také výchovné zásahy, které upraví druhovou skladbu porostu.

- Dalším důležitým výchovným zásahem v těchto porostech je pomocí podpory přimíšených dřevin porušení homogenní korunové etáže. Tím vzniknou stromové skupiny, které časem budou zlepšovat obnovu porostu (Vacek et al. 2003).
- Pokud bude přirozená obnova nedostačující, je třeba umělou obnovou doplnit a upravit chybějící druhy dřevin.
- Cílem obnovy lesa je vytvořit takový porost, který svou vertikální a horizontální strukturou zajistí ekologickou stabilitu a výraznou odolnost vůči stresujícím faktorům. Jakýkoli lesní porost, a zvláště horský les by měl být obnovován s ohledem na probíhající sukcesi (Tesař et al. 1990).
- Počet a intenzita výchovných zásahů v mladém porostu se provádí s ohledem na biodiverzitu, stabilitu a celkovou kvalitu porostu. Tyto výchovné zásahy jsou přímo úměrné finančním prostředkům vkládaných do lesa.
- Upřednostňovány jsou zásahy v porostech, kde je nutné vytvářet východiska obnovy nebo připravit podmínky pro přirozenou obnovu. Nebo tam kde by odložením zásahu došlo k zhoršení podmínek pro obnovu, k poškození náletů, k snížení ekonomické hodnoty produkčního dřeva. Pokud není zásah v danou dobu finančně rentabilní, a přesto je porost schopen plnit ekologické a environmentální funkce lesa, výchovné zásahy se neprovádějí.
- Preferovaným způsobem obnovy v horském lese, je způsob podrostní, nesečný, částečně maloplošný holosečný a v malé míře i výběrný způsob hospodaření (Vacek et al. 2003).
- Dobré je tyto obnovní způsoby kombinovat. Při obnově se poměrně více používá minimálně dvou základních obnovních sečí, které se mohou v daném prostoru vhodně kombinovat.
- V maximální možné míře se při obnově využívají nálety jako výplňové dřeviny.
- Velmi důležitou a nedílnou součásti výchovy porostu je ochrana proti škodám zvěří.

- Při obnově a výchově zejména horských lesů je dlouhodobým úkolem zvýšení podílu listnáčů (jeřáb, buk, klen) (Vacek et al. 2003).

3. 3. Limitující faktory obnovy lesa

Faktory, které negativně ovlivňují obnovu lesního porostu, se dají rozdělit do dvou základních skupin. A to na faktory abiotické a faktory biotické.

3. 3. 1. Abiotické faktory

Mezi abiotické vlivy, které jsou součástí ekosystémů a zároveň jej můžou z hlediska obnovy porostu nepříznivě ovlivňovat patří: námraza, sucho, sníh, sluneční záření, teplota, vítr a imise. Dále to jsou neméně důležité půdní podmínky: vlhkost, pH, koncentrace živin v půdě (Schwarz 1997). Vítr je hlavním škodlivým činitelem v mnoha lesních ekosystémech na celém světě (Oliver 1980/1981). Lesní porost má nejlepší odolnost proti větru, sněhu a námraze v období dorůstání a nejhorší ve stádiu zralosti (Petříček 1999).
V roce 2019 byl celkový objem nahodilých těžeb způsobených abiotickými vlivy 6,3 mil. m³, v roce 2018 pak 9,1 mil. m³ a v roce 2017 činil 4,8 mil. m³ dřeva. Největší podíl a to téměř 60 % na abiotickém poškození byl způsoben větrem, na jehož vrub bylo připsáno za rok 2019 3,69 mil. m³. Mokrým sněhem bylo poškozeno necelých 724 tis. m³ to představuje 11 % a námrazou 21 tis. m³. Nejvíce byly zasaženy jehličnaté porosty s dominancí smrku a borovice (MZe 2019).

3. 3. 2. Biotické faktory

Do biotických, tedy „živých“ vlivů, které mohou nepříznivě ovlivňovat lesní ekosystémy, můžeme zařadit: dřevokazný a listožravý hmyz (kůrovec, dřevokaz, ploskohřbetka, pilatka, mniška, obaleč a další), houbové patogeny (václavka, kořenovník vrstevnatý, dřevomor kořenový, sypavka a další), nežádoucí vegetace, hlodavci, divoká zvěř (jelen evropský, srnec obecný, zajíc polní) a člověk (lidská činnost) (Král et al. 2015; Vacek 2017; Vacek et al. 2017; Cukor et al. 2019; Šimůnek et al. 2020).

3. 3. 2. 1. Lidská činnost

Lesní ekosystémy nejvíce ovlivnily tyto faktory lidské činnosti: změna klimatu, imise, turistika, lesní hospodaření, lesní těžba (Vacek 2010; Král et al. 2015). Krkonošské lesy byly ve 2. polovině 20. století zatíženy zvýšeným obsahem škodlivin v ovzduší (zejména působením emisí oxidu siřičitého). Západní část Krkonoš ovlivňovaly na dálku velké elektrárny na Horní Lužici, východní část blízká elektrárna v Trutnově-Poříčí. První výraznější poškození se projevilo v březnu 1977 a poté na začátku roku 1979 v souvislosti s kalamitou obaleče modřínového, která porosty oslabila. Plocha poškozených porostů byla největší v roce 1987, od té doby pozvolna klesala. V důsledku imisního poškození bylo v Krkonoších vykáceno asi 7 000 ha lesů (KRNAP 2019).

3. 4. Škody zvěří

Mezi současné a nejmarkantnější negativní vlivy a zároveň ty co způsobují největší finanční ztráty na přirozené a umělé obnově v horských oblastech, jsou škody způsobené spárkatou zvěří a zajícem polním, hlavně se jedná o okus (Obr. 3), ohryz, výtluky (Obr. 4), loupání (Obr. 5), vytažení a vyrytí sazenic a zašlapání semenáčků (Vacek et al. 2014; Cukor et al. 2019; Vacek et al. 2020).

Obr. 3: Škody zvěří - okus (Fiala 2019).

Obr. 4 a 5: Škody zvěří – vytloukání, ohryz, loupání (Fiala 2019).

3. 4. 1. Jelen evropský (*Cervus elaphus*)

Říše: živočichové

Kmen: strunatci

Třída: savci

Řád: sudokopytníci

Podřád: přežvýkavci

Čeleď: jelenovití

Rod: jelen

Popis: Je našim největším kopytníkem. Samec v průměru dorůstá výšky 230 cm a váhy 240 kg. Někteří jedinci dosahují hmotnosti až 500 kg. Samice jsou menší. Samcům narůstají parohy (Obr. 6). Zbarvení srsti v letním období je červenohnědé, na podzim a v zimě je zbarvení šedohnědé. Pohlavní dospělost u samic je ve dvou letech u samce o dva roky později. Zvířata žijí ve stádech. Jelen evropský společně ze Srncem obecným jsou druhově původními sudokopytníky v ČR. V posledních letech je patrný mírný nárůst jelení populace. (Červený et al. 2003). Průměrný věk dožití je 10 až 13 let.

Obr. 6: Jelen evropský (*Cervus elaphus*) (Fiala 2019).

Rozšíření v ČR: Současný výskyt jelena, je hlavně v hlubokých lesních porostech ve středních a vyšších polohách České republiky. Nejpočetnější populace je převážně v oblasti Sudet v hraničních oblastech. V letech 2010 se jelen vyskytoval zhruba na 52 % území ČR (Anděra et al. 2009).

Potrava: Jelen evropský je výhradní býložravec – přežvýkavec. Potrava, kterou vyhledává je závislá na ročním období, v období vegetace a hojnosti spásá velké množství trávy a bylin. Pro jeleny je typické pojídání potravy, která je snadno dostupná. (Hofmann 1989). V měsících zimy a časného jara (období nouze), je nucen vyhledávat jiné potravní zdroje, a to zejména dřeviny a keře. Nejraději mají kůru a větvičky mladých stromků (Šustr 2013). Mezi velkou pochoutku patří především jedle bělokorá a všechny listnaté dřeviny. Poškozován je okusem i smrk ztepilý.

Krkonoše: Početní stav jelena byl v roce 2015 527 kusů, v roce 2016 519 kusů a v roce 2017 552 kusů (KRNAP 2017). Spárkatá zvěř, a především jelen evropský a srnec obecný, je největší „nejúspěšnější“ škůdci na sazenicích, mladých a dospělých porostech. Okus sazenic a semenáčků, ohryz kůry vzrostlých stromů, loupání kůry a výtluky jsou škody, které znemožňují efektivní obnovu lesa (Fiala 2019).

3. 4. 2. Srnec obecný (*Lepus europaeus*)

Říše: živočichové

Kmen: strunatci

Třída: savci

Řád: sudokopytníci

Podřád: přežvýkavci

Čeleď: jelenovití

Rod: srnec

Popis: Je našim nejmenším jelenovitým druhem. Dorůstá velikosti 75 cm a váhy max. 30-50 kg. Samcům narůstají 20-30 cm dlouhé parůžky. Zbarvení srsti v letním období je rezavé slabě do červena (Obr. 7), s blížící se zimou srst tmavne. Pohlavní dospělost u samic je už v 16 měsících. Srnec na rozdíl od jelena nežije ve stádu, ale v páru. Jelen evropský společně se srncem obecným jsou druhově původními sudokopytníky v ČR. Průměrný věk dožití je 10 let. Srnec má v naší přírodě přirozené nepřátele (predátory) liška obecná, rys ostrovid, vlk obecný.

Obr. 7: Srnec obecný (*Lepus europaeus*) (KRNAP 2020)

Rozšíření v ČR: V České republice je srnec nejpočetnější ze spárkaté zvěře. Odhadovaný počet kusů srnčí zvěře v ČR je až 500 tis. kusů, každý rok se uloví přibližně 120 tis. kusů.

Potrava: Typ a druh potravy její získávání je totožné s jelenem evropským.

Krkonoše: Početní stav srnce obecného v Krkonošském národním parku

byl v roce 2015 více jak 800 kusů (KRNAP 2020)

3. 4. 3. Zajíc polní (*Capreolus capreolus*)

Říše: živočichové

Kmen: strunatci

Třída: savci

Řád: zajíci

Čeleď: zajícovití

Rod: zajíc

Popis: Zbarvení srsti žlutohnědé až šedohnědé s krátkým černým ocáskem (Obr. 8). Zajíc má dobře vyvinutý sluch, hmat a čich. Zadní nohy jsou silné a dlouhé. Žije samotářský způsob života. Samice může mít v každém roce až 20 mláďat ve čtyřech vrzích. Zajíc není v ČR legislativně chráněn.

Obr. 8: Zajíc polní (*Capreolus capreolus*) (KRNAP 2020)

Rozšíření v ČR: Zajíc je hojný na celém našem území. Jeho roční odlov činí až 500 tis. kusů.

Potrava: Jeho potravou je především zrní, plody, výhonky, šťavnaté byliny,

tráva a různé druhy rostliny a mladé stromky, občas drobní živočichové

Krkonoše: I přes relativně nízké počty (155 ks v roce 2004) (KRNAP 2005). Zajíc dokáže napáchat velké škody na mladých porostech přirozené a umělé obnovy. Až záhadným způsobem, překonává nepoškozené mechanické ochrany vysazených sazenic nebo odrostků listnatých dřevin a celé je oloupe a zbaví je kůry, tím nenávratně poškodí mladý stromek (Fiala 2019)

3. 5. Zkoumané dřeviny obnovy

3. 5. 1. Smrk ztepilý (*Picea abies* /L./ Karst.)

Říše: rostliny
Oddělení: nahosemenné
Třída: jehličnany
Řád: borovicotvaré
Čeleď: borovicovité
Rod: smrk

Popis: štíhlý, dobře rostlý, stále zelený strom, dorůstající výšky až 50 metrů (Obr. 9, 10). Jeho kůra je v mládí hladká, světle hnědá a s přibývajícím věkem se na ní tvoří hrubé, tmavě šedé šupiny (Úradníček et al. 2009). Je několik typů smrku. Vyvinuly se podle polohy a stanoviště. Původní smrk vyskytující se v horní hranici lesa má větve splývavé a úzkou korunu (krkonošský smrk). Lépe odolává sněhu a větru. Pak jsou smrky s větvemi vodorovnými a tvrdými, většinou v nižších polohách. V horském lese jsou tyto smrky nepůvodní. Smrk se přirozeně vyskytuje v nadmořských výškách 600 – 1 200 m n. m. Ve výškách nad 1 000 metrů tvoří přirozené klimaxové smrčiny. Ve vyšších nadmořských výškách (nad 1 200 m n. m.), vzhledem k tvrdým přírodním podmínkám, je rozmnožování vegetativní, tzn. spodní větve přilehnou k zemi a časem vytvoří kořeny (Vacek et al. 2012). V Krkonošském národním parku jsou k vidění jedinci ve věku kolem 300 let.

Obr. 9 : Smrk ztepilý (Fiala 2019).

Obr. 10: Smrk ztepilý (Fiala 2019).

Plody: Šišky jsou převislé na vrcholcích stromů už z dálky nápadné, vyrůstají na konci větévek. Zbarvení šišek před dozráním je buď zelené nebo ve vyšších polohách mají dozrávající šišky barvu červenou až červenofialovou (Schwarz 1984). V zimě za suchého počasí se šišky otevírají a z mezer mezi šupinami vypadávají a vyletují semena. V těchto měsících jsou semena v smrkových šiškách hlavní potravou pro malého zpěvného ptáka Křivku obecnou *(Loxia curvirostra)*, pták který má k tomu přizpůsobený zobáček (nápadně horní a dolní část zobáku se přesahují a jsou vychýleny k jedné straně) a od toho se odvíjí i název Křivka. Vylupuje semena z šišek a pochutnává si na nich. Některá semena však vypadávají na zem, a tím se podporuje přirozená obnova smrku.

Kořen, **kořenový systém**: Systém je mělký bez hlavního kořene, díky tomu je smrk často obětí větrných kalamit. Při umělé obnově by se měl kombinovat se zpevňujícími dřevinami jako je buk lesní nebo jedle bělokorá (BOTANY 2020).

Rozšíření: Areál smrku se rozprostírá převážně na severní polokouli, a hlavně je rozšířen v severní a jihovýchodní Evropě s přesahem do Asie. V České republice tvoří klimaxové smrkové porosty v horních hranicích lesa až do 1 350 m n. m. Smrk v současné druhové skladbě v ČR dosahuje 49,5 %, přičemž v přirozené skladbě zaujímal 11,2 % (MZe 2020).

Ekologie: Smrk je světlomilný, jako juvenilní snáší zastínění, tím pádem se dobře zabydluje v porostech jiných dřevin. Nemá rád na živiny bohaté stanoviště. Vyžaduje vlhké a srážkově nadprůměrné oblasti. Nemá rád sucho, což je bohužel současný velký problém. Několik let po sobě a dle dlouhodobých předpovědí i do budoucna jsou na srážky chudé roky. Smrk je suchem oslaben a stává se obětí větrných, sněhových a hmyzích kalamit.

Krkonoše: V současné době je smrk nejhojnější dřevinou v Krkonošském národním parku, zaujímá více jak 80 % zalesněné plochy.

Hospodářský význam: Smrk je naší nejrozšířenější hospodářskou dřevinou. Jeho současné poměrně velké rozšíření je dáno širokými možnostmi využitelnosti jeho produkce (BOTANY 2020, PLADIAS 2020).

3. 5. 2. Jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.)

Říše: rostliny
Oddělení: nahosemenné
Třída: jehličnany
Řád: borovicotvaré
Čeleď: borovicovité
Rod: jedle

Popis: Strom s kuželovitou korunou, v pozdějším věku válcovitou je vysoký až 60 metrů a dorůstající v průměru 3 metry. Kůru má jedle hladkou bělošedé barvy (Obr. 11, 12), s přibývajícími roky je borka popraskaná. Velmi se podobá smrkové kůře. Věkové maximum u jedle je až 400 let. Má rovný plný válcovitý kmen, větve vodorovné (Úradníček et al. 2009).

Obr. 11: Jedle bělokorá (Fiala et al. 2019)

Obr. 12: Jedle bělokorá(Fiala et al. 2019).

Šišky, **plody**: Na rozdíl od smrku rostou směrem vzhůru (vzpřímené), jsou hladké válcovité a dorůstají velikosti 10 až 20 cm a šíře mezi 3 a 5 cm. Obsahují semena s křídlem.

Kořen, kořenový systém: Kořenový systém je hluboký s větším množstvím kořenů, takže slouží k opoře ostatnímu porostu např. smrku ztepilému. V porostech se používá jako zpevňující dřevina.

Rozšíření: Areál rozšíření je střední a jižní Evropa. V České republice roste od 150 m do 1 200 m n. m. V Krkonoších a Jizerských horách byla v minulosti hojná, dnes jen sporadicky. Růstové optimum má jedle v rozsahu nadmořských výšek 500 až 900 m (Poleno et al. 2009). V umělých obnovách se pravidelně zařazuje do porostních směsí. Jedle bělokorá z hlediska ohrožení je zařazena mezi vzácnější druhy vyžadující další pozornost. Jedle v současné druhové skladbě v ČR dosahuje 1,2 %, přičemž v přirozené skladbě zaujímala 19,8 % (MZe 2020).

Ekologie: Jedle roste převážně na hlubších středně živných až bohatších čerstvě vlhkých až podmáčených půdách, výjimečně také na půdách rašelinných až kamenitých. V nižších polohách se objevuje spíše v

chladnějších a vlhčích pánvích a kotlinách, na severní hranici areálu také v luzích. Svým opadem, který se rychle rozkládá na mírně kyselý humus, udržuje kvalitu půdy v dobrém stavu. Spolu s bukem lesním a smrkem ztepilým tvoří tzv. hercynskou směs. Směs společně s bukem lesním bývala nejčastější skladbou přirozených porostů našich středních a horských poloh, výše to byla směs smrku a jedle. Nemá ráda pozdní mrazy. Velmi trpí znečištěním ovzduší.

Krkonoše: Součástí obnovy druhové skladby, vysazuje se na vlhčích a stinných stanovištích, musí být chráněna proti okusu divokou zvěří (Obr. 12). V současné době výskyt dospělých jedinců je téměř nulový.

Hospodářský význam: V minulosti používaná na stavební a konstrukční prvky. Ve využití je velmi podobný smrkovému dřevu. Z kůry se získává terpentýn. Jedlička je atraktivní jako vánoční stromek (BOTANY 2020, PLADIAS 2020).

3. 5. 3. Jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.)

Říše: rostliny

Oddělení: krytosemenné

Třída: vyšší dvouděložné rostliny

Řád: růžotvaré

Čeleď: růžovité

Rod: jeřáb

Popis: Strom maximálně dorůstá výšky 3-15 m a průměru 50 cm, kůra je v mládí šedivá, lesklá, s přibývajícím věkem tmavne, praská a na některých místech se odlupuje. Druh dosahuje stáří 80 až 100 let.

Plody, jeřabiny: Oranžové, později sytě červené lesklé kulovité malvice velikosti do 9 mm (Obr. 13). Rozšiřování endozoochoricky nejčastěji ptactvem a hlodavci. Strom začíná plodit mezi 5 a 10 rokem (Úradníček et al. 2009).

Obr. 13: Jeřáb ptačí (Fiala 2019).

Kořen, kořenový systém: Systém má hlavní kořen, který jde do hloubky.

Rozšíření: Mimo jižní oblasti je rozšířen v celé Evropě. Vyskytuje se v Asii a Severní Americe.

Ekologie: Jeřáb je světlomilný, nenáročný, přizpůsobivý, snáší se s ostatními dřevinami, naopak podporuje jejich růst. Roste ve světlých lesích i jejich lemech, na skalách, pasekách i ruderalizovaných stanovištích, často vysazován podél komunikací i jako okrasná dřevina. Většinou na půdách živinami chudých, vlhkých až mírně suchých, s kyselou reakcí. Kvete v květnu a červnu. Jedná se zpevňující dřevinu (BOTANY 2020)

Krkonoše: V minulosti spolu s klenem a jasanem hojně vysazován jako solitér na kamenitých hrázích, oddělující pozemky místních enkláv. Hojný na krajích lesů a podél cest. V jarních měsících bývá v lesích a na loukách mnoho malých semenáčků. Bohužel na podzim téměř většina je zlikvidována okusem divokou zvěří. Zůstávají jen ty, co jsou mimo dosah zvěře. Nejčastěji se uchytili na vývratech stromů, tlejících hromadách dřeva (pralesní přirozená obnova) (Fiala 2019)

Hospodářský význam: Dřevo jeřábu se využívá na dýhu, jinak na ostatní výrobu je hospodářsky nevyužívané. Plody jsou důležitou složkou výživy ptactva a zvěře. Jeřabiny se sbírají a používají k výrobě léčiv, také se z nich vyrábí pálenka (BOTANY 2020, PLADIAS 2020).

3. 5. 4. Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.)

Říše: rostliny
Oddělení: rostliny krytosemenné
Třída: vyšší dvouděložné rostliny
Řád: bukotvaré
Čeleď: bukovité
Rod: buk

Popis: Je to náš hospodářsky nejvýznamnější listnatý strom, dorůstající výšky kolem 40 metrů a průměru do 1 metru. Věkové maximum buku je 200 až 400 let. Buk má válcovitý kmen s hladkou šedavou kůrou (Obr. 14). Je nazýván králem stromů.

Obr. 14: Buk lesní (Fiala 2019).

Plod, bukvice: Plody jsou hnědé asi 1 cm velké, trojboké křídlaté nažky, které jsou uzavřeny po dvou a třech kusech v číšce pokryté měkkými ostny, se 4 chlopněmi které se při dozrávání rozevírají. Bukvice se začínají vytvářet kolem stáří stromu 20 let. V minulosti se z bukvic lisoval olej. Bukvice jsou oblíbenou potravou lesní zvěře. Buky rostoucí na hranici lesa většinou neplodí (nemají bukvice) (BOTANY 2020).

Kořen, kořenový systém: Kořen je srdcovitý, s počátku vyhání kmen silný kulovitý kořen, který brzy zakrní a z kmene vyrůstají šikmé do hloubky se zakořeňující kořeny, ty pevně ukotví kmen s těžkou korunou. Vydrží velký nápor větru.

Rozšíření: V minulosti velmi hojný v podhůří Krkonoš a Šumavy. V Evropě je buk lesní dominantní dřevinný druh. Je také hojný v Severní Americe (Mexiko). Buk v současné druhové skladbě v ČR dosahuje 8,8 %, přičemž v přirozené skladbě zaujímal 40,2 % (MZe 2020).

Ekologie: Náročný na půdu, vyžaduje hlubokou půdu bohatou na živiny (především na vápník) a na lesní humus. Přežívá i na půdách horších a chudších. Svým zastíněným a bohatým opadem si půdní podmínky sám zlepšuje. V těchto podmínkách, než si připraví půdu opadem roste pomalu a vypadá zakrněle. Protože snáší velmi dobře zástin, vysazené bučiny mohou mít více výškových úrovní. Předčasné podzimní mrazy mu mohou uškodit.

Bez zásahu člověka by dnes byla střední Evropa pokryta převážně přirozeně smíšenými lesy s bukem lesním (Spohn et al. 2013).

Krkonoše: Je hlavní dřevinou pro druhovou obnovu porostu do nadmořské výšky 1 100 m. V současné době je na území KRNAP v I. a II. zóně velmi málo buků starších 100let.

Hospodářský význam: je hlavním zdrojem materiálu pro nábytkářský průmysl. Pro jeho tvrdost a kompaktnost se hodí pro výrobu dřevěných komponentů širokého použití (Fiala 2019).

3. 5. 5. Javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.)

Říše: rostliny

Oddělení: krytosemenné

Třída: vyšší dvouděložné

Řád: mýdelníkotvaré

Čeleď: mýdelníkovité

Rod: javor

Popis: Strom dorůstající výšky až 40 m, jež vytváří velmi mohutnou rozvětvenou korunu (Obr. 15). Borka v mládí hladká, šedivá a kompaktní. Se stoupajícím věkem praská a odlupuje se v plátech. Z červených dlouhých řapíků vyrůstají listy s pěti laloky. Zelenožluté květy obsahují velké množství pylu a nektaru. Javor klen je považovaný za včelařsky významnou dřevinu. Klen patří mezi nejhojnější evropské javory a je rovněž důležitou dřevinou mnoha evropských lesů (Spiecker et al. 2008).

Obr. 15: Javor klen (Fiala 2019).

Plod, nažky: Plodem jsou dvounažky, jsou to okřídlená semena, které jsou schopny se pomocí větru dostat do velké vzdálenosti.

Kořen, kořenový systém: Kořenový systém srdčitého typu, mohutné kořeny směřující šikmo až do metrových hloubek, zabezpečují stabilitu a pevné usazení v kamenité půdě.

Rozšíření: Běžný v celé Evropě a Asii.

Ekologie: V ČR roste až do nadmořské výšky 1 300 m. Oblíbeným stanovištěm jsou kamenitá a suťová místa. Má rád vlhčí a humózní půdy. Je používán lesníky jako MZD.

Krkonoše: Používá se jako podsadba do smrkové monokultury. Je považován za původní dřevinu. V současné době na území bývalých Sudet je na mnoha enklávách vidět několik statných solitérních jedinců, jež produkují více jak 10 tis. kusů semenáčků každý rok.

Hospodářský význam: Dřevo javoru je světlé a husté. Využívá především k výrobě hudebních nástrojů (BOTANY 2020).

3. 5. 6. Bříza bělokorá (*Betula pendula* Roth.)

Říše - rostliny

Oddělení – krytosemenné

Třída – vyšší dvouděložné

Řád - bukotvaré

Čeleď - břízovité

Rod – bříza

Popis: Strom dosahující maximální výšky 25 m s velmi nápadnou černobílou barvou kmene (Obr. 16). V mládí načervenalá a v dospělosti loupavá, světle šedavá borka. V pozdějším věku v dolní částí popraskaná. Dřevo hoří i v syrovém stavu.

Obr. 16: Bříza bělokorá (Fiala 2019).

Plod, nažky: Nažky jsou 2 mm velké, velmi lehké a rozšiřují se větrem.

Kořen, kořenový systém: Kořenový systém velmi bohatě a strukturovaně vyvinutý, množství postranních kořenů (BOTANY 2020).

Rozšíření: Kromě arktických oblastí, se hojně vyskytuje v Evropě i Asii. Bříza v současné druhové skladbě v ČR dosahuje 2,8 %, přičemž v přirozené skladbě zaujímala 0,8 % (MZe 2020).

Ekologie: Bříza bělokorá je v podstatě velmi nenáročná dřevina, stačí ji velmi malý prostor, dokáže zakořenit i v malých štěrbinách. Je považována za pionýrskou dřevinu. Velmi odolná vůči nepříznivému klimatu. Z důvodu nenáročnosti se používá k rekultivaci krajiny. Na našem území se s ní můžeme setkat v lesích, parcích i zahradách.

Krkonoše: V omezené míře se používá umělou obnovou jako první porost po holosečích. Umělá obnova síjí. Příměs do smrkové monokultury jako zpevňující dřevina.

Hospodářský význam: Některé poddruhy (kultivary) se uplatňují jako parkové dřeviny. Dřevo břízy se využívá na dýhu, v nábytkářství a jako palivo do otevřených ohňů. Ve farmaceutickém průmyslu se hojně spotřebovává list břízy. Míza se využívá jako náhrada cukru (xylitol) (Fiala 2019).

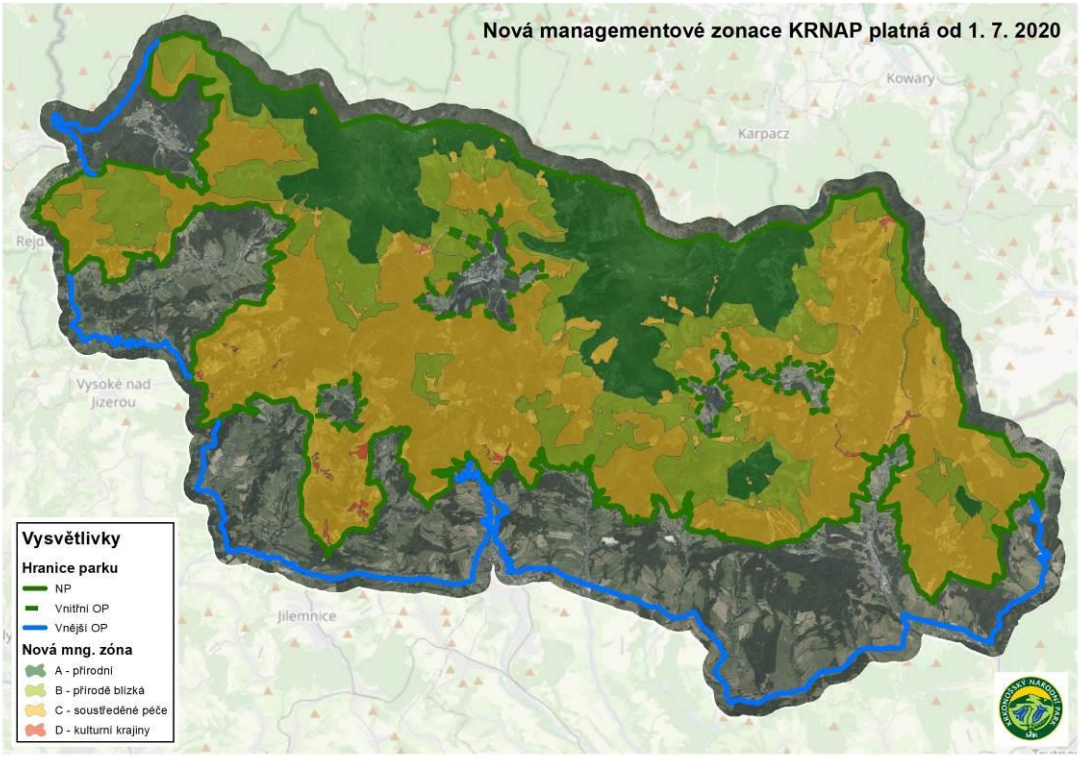
4. Materiál a metodika

4. 1. Charakteristika zájmového území

4. 1. 1. Krkonošský národní park

Krkonošský národní park (KRNAP) byl založen v 1963 a v roce 1991 došlo k jeho přehlášení dle nových legislativních předpisů. Rozloha parku je více jak 36 tis. ha, s ochranným pásmem je to bez mála 55 tis. ha tj. 550 km². Ochranné pásmo není součásti Krkonošského národního parku, ale tvoří přechod mezi III. zónou a volnou, intenzivně využívanou krajinou Podkrkonoší. Území národního parku je rozděleno na tři zóny s rozdílným ochranným režimem (Obr. 17).

I. zóna KRNAP (přísná přírodní) má rozlohu 6 984 ha a nachází se v nejvyšších částech pohoří;
II. zóna KRNAP (řízená přírodní) má rozlohu 9 836 ha a navazuje v širokém pásu kolem alpínské hranice lesa na I. zónu;
III. zóna KRNAP (okrajová) má rozlohu 19 507 ha a rozkládá se ve středních a nižních polohách Krkonoš (KRNAP 2020).



Obr. 17: Nové zonace KRNAP (KRNAP 2020).

Lesní porosty pokrývají 83 % plochy KRNAP. Péčí o ně je pověřena Správa KRNAP, odbor péče o národní park. Hlavním cílem Správy KRNAP je záchrana a obnova biologické rozmanitosti (biodiverzity) lesních ekosystémů a obnova stability lesních porostů. Stabilitou lesních porostů je míněna zejména jejich schopnost odolávat případným škodlivým činitelům (vítr, hmyz, zvěř, imise) a schopnost se i vrátit do původního stavu po jejich přechodném působení.

Mezi nejvýznamnější ekosystémy Krkonošského národního parku patří listnaté, smíšené a horské smrkové lesy, porosty kleče, květnaté horské louky, severské smilkové louky, alpínské trávníky, alpínské nivy na lavinových drahách a hřebenová severská rašeliniště (KRNAP 2019).

4. 1. 1. 1. Geologie a geomorfologie

Geologicky jsou Krkonoše velmi starým pohořím. Geomorfologicky jsou utvářeny v mladším období (Flousek et al. 2007). Současná podoba Krkonoš je výsledkem vzájemného působení geologických, geomorfologických a biologických procesů. Společně s Jizerskými horami vytvářejí celek nazývaný „krkonošsko – jizerské krystalikum“. Tento geologický útvar je tvořen převážně krystalickými břidlicemi (svory), ortorulami a fylity z období starohor a starších prvohor. Mezi další horniny, které v minulosti utvářely Krkonoše jsou počítány krystalické vápence, křemence a třetihorní čedič. Ten je zásadní pro modelaci reliéfu a vzniku vegetace. Výjimkou je nejvyšší hora Sněžka, ta je tvořena ze svorové ruly (Balatka et al. 2006). Současná unikátní podoba Krkonoš důsledkem zvětrávání, vrásnění, vodní eroze a opakované čtvrtohorního zalednění. S výjimkou nejvyšších hřebenů Krkonoš, které nikdy nebyly zaledněny, ale působením mrazu, ledu, sněhu a větru, vznikl unikátní horský reliéf, který je unikátní v celé Evropě. Kryoplanační terasy, mrazové půdy, tory a skalní hradby, thufury, girlandy, putující kamenné bloky, periglaciální sutě či soliflukční valy představují geodiverzitu, kterou jsou Krkonoše daleko široko proslulé (KRNAP 2020).

4. 1. 1. 2. Půdní poměry

Organická hmota a zvětrávání zemské kůry jsou procesy které dlouhotrvajícím působením umožní vznik půdy. Druhy a typy půd v Krkonoších jsou především závislé na kyselém, minerálně chudém geologickém podloží a také na klima, které je vlhké a studené. Většina krkonošských půd je kyselá. V nejnižších polohách jsou hnědé lesní půdy (kambizemě), podzolové rankery, humusové a rašelinové podzoly převládají ve vyšších nadmořských výškách Krkonoš. Na vápencových

odkryvech vznikly rendzinové půdy s velmi malým obsahem humusu. V nejvyšších nadmořských výškách (na vrcholech) převládají mrazem tříděné, kamenité a velmi mělké alpinské půdy. V blízkosti vodních toků jsou glejové a nivní půdy. Půdy rašelinné se nacházejí na obou hlavních krkonošských náhorních plošinách jak v lesních, tak v subarktických rašeliništích. Jejich mohutnost nepřesáhne 3 metry. Toto unikátní a jedinečné přírodní prostředí, umožnilo vytvoření vzácných ekosystémů severského typu. Je to jeden z významných přírodních unikátů Krkonoš (Tomášek 2007). Krkonoše na některých místech jsou modelovány rozsáhlými sesuvy půdy tzv. zemní laviny (např. Obří a Dlouhý důl). V druhé polovině 20. století vlivem imisních kalamit a velkoplošné těžby se zhoršila kyselost krkonošských půd a půda začala být ohrožována introskeletovou erozí (ENVIWEB 2013)

4. 1. 1. 3. Vegetační výškové stupně v Krkonoších

V Krkonoších máme čtyři ze základních šesti vegetačních výškových stupňů, kterými se profilují evropské horské lesy (Štursa et al. 2009).

Jsou to:

Submontánní stupeň (podhorský) – listnaté lesy, smíšené lesy, což je 50% celkové rozlohy Krkonoš, vyskytuje se mezi 400 – 800 m n. m.

Montánní stupeň (horský) – převládají smrkové lesy, tvoří 40 % z celkové rozlohy, vyskytuje se mezi 800 – 1 200 m n. m.

Subalpínský stupeň – smilkové louky, severská rašeliniště a klečové porosty, tvoří necelých 10 % z celkové rozlohy, vyskytuje se mezi 1 200-1 450 m n. m.

Alpínský stupeň – lišejníková tundra a kamenité sutě, tvoří 0,7 % z celkové rozlohy, vyskytuje se mezi 1 450 – 1 603 m n. m.

Poslední dva stupně – **subnivální** a **nivální** v Krkonoších nejsou vytvořeny (Štursa et al. 2009).

4. 1. 1. 4. Klima

Krkonoše jsou typické svým drsným klimatem, které je dáno vyšší nadmořskou výškou, a především chladným a vlhkým severozápadním prouděním, nízkými průměrnými teplotami a celoročně velkým množstvím atmosférických srážek (Eliášek et al. 2013). Krkonošské léto je velmi krátké, vlhké a chladné. Zima bývá dlouhá, velmi chladná a vlhká. Sněhová pokrývka je bohatá a někdy vydrží až do pozdního jara (Flousek et al. 2007). Převládají západní větry, průměrná roční teplota je +6 °C v nižších polohách a nejvyšších polohách až 0 °C. Roční množství srážek je od 800 mm na úpatí až po 1 600 mm na hřebenech hor. V zimě bývá sněhová pokrývka 100 až 300 cm, na hřebenech zůstává ležet až 180 dní (KRNAP 2019). Při podzimních a zimních inverzích, které se utvářejí v terénních a uzavřených údolí. Teplé a slunečné počasí se často projevuje na podzim a v zimě při teplotních inverzích, které se vznikají v terénních sníženinách a v uzavřených údolích. Utváří se při náhlém ochlazování vzduchu, který svým prouděním vyhání z údolí lehčí teplejší vzduch. V listopadu a prosinci bývá v Krkonoších nejvíce oblačnosti. Teplota ohraničující začátek a konec vegetační období je 10°C. Vzhledem k západnímu proudění vzduchu je i množství srážek větší v západní části Krkonoš. Nejbohatší měsíc na srážky je srpen, a naopak měsíc s nejméně srážkami je březen (Sýkora 1983).

Větrné poměry jsou složité a proměnlivé a vítr je tak největším škodlivým činitelem pro krkonošské lesy. Ohrožují je převážně nebezpečné přepadové větry a lokální větry přicházející od západu (Nehyba 2015).

4. 1. 1. 5. Hydrologie

Mezi hlavní zdroje vody patří atmosférické srážky v různých podobách: déšť, sníh, rosa, námraza, kroupy (Flousek et al. 2007).

V Krkonoších pramení naše největší řeka Labe. Jeho hlavním přítokem je Bílé Labe a řeka Úpa která odvodňuje východní část pohoří. Západní potoky a říčky se vlévají do Jizery. V horních partiích krkonošských toků jsou časté kaskádovité vodopády (Eliášek et al. 2013).

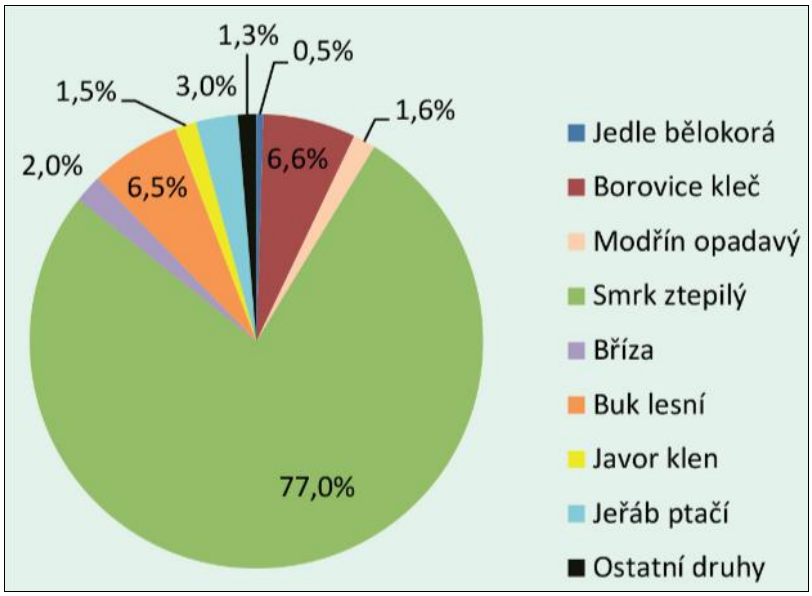
Hodně diskutovaná klimatická změna posledních několika let výrazně ovlivňuje vodní poměry v Krkonoších. V současnosti jsou evidovány znatelné a dlouhodobé poklesy úrovně podzemní vod v unikátních subarktických rašeliništích, snížení průtoků ve vodních tocích, nestabilita vodního objemu během roku, nebo vysychání mokřadů (Flousek 2019).

4. 1. 1. 6. Fauna a flóra

V Krkonoších je více jak 1 250 taxonů cévnatých rostlin a mnohonásobně více druhů výtrusných rostlin, mechorostů, lišejníků, řas, hub atd. (Flousek et al.1994). Téměř 400 druhů obratlovců (převážně ptačích druhů); vysoký počet glaciálních reliktů a krkonošských endemitů. Bezobratlých druhů je zatím napočítáno více než 15 000 (KRNAP 2019).

4. 1. 1. 7. Současná druhová skladba porostu

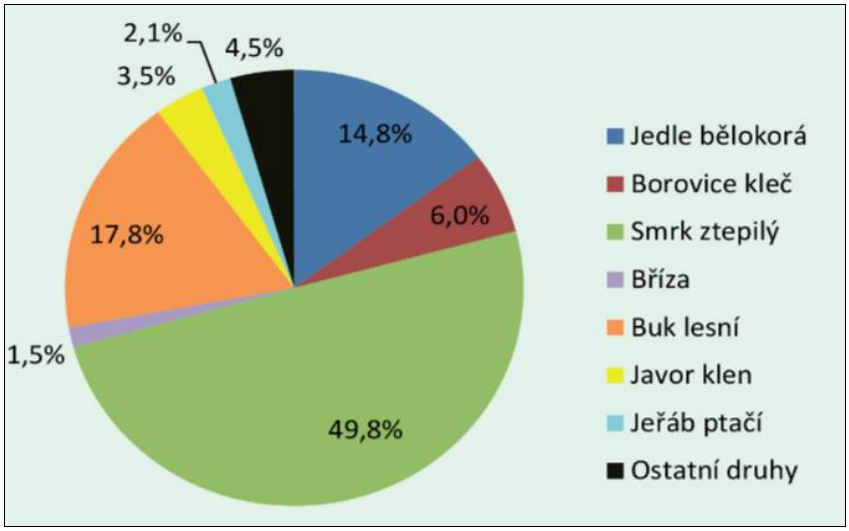
Velkou část území KRNAP pokrývají nepůvodní lesní monokultury s příměsí introdukovaných dřevin. Tento stav je naprosto nepřijatelný k přirozeným podmínkám daného typu ekosystému. Nepůvodní porosty ohrožují stávající faunu a floru, ta vyžaduje přirozená stanoviště horských lesů. Horský les, který má nevyhovující a nepůvodní skladbu vegetace je méně odolný vůči škodlivým biotickým a biotickým faktorům a také k zhoršování kvality půdy. (KRNAP 2018). Na Obr. 18 je znázorněna současná druhová skladba krkonošských lesů.



Obr. 18: Druhová skladba současných krkonošských lesů (KRNAP 2018).

4. 1. 1. 8. Přirozená druhová skladba porostu

Úkolem managementu je v letech 2017 – 2023 zahájit „záchranu“ obnovy a podpory biodiverzity a stability lesních ekosystému. Obnova druhové skladby lesních porostů s prostorovou a věkovou skladbou, která odpovídá lesům přírodě blízkým (KRNAP 2017). Na Obr. 19 je znázorněna přirozená druhová skladba krkonošských lesů.



Obr. 19: Přirozená druhová skladba krkonošských lesů (KRNAP 2018).

4. 1. 2. Oblast Horní Malá Úpa

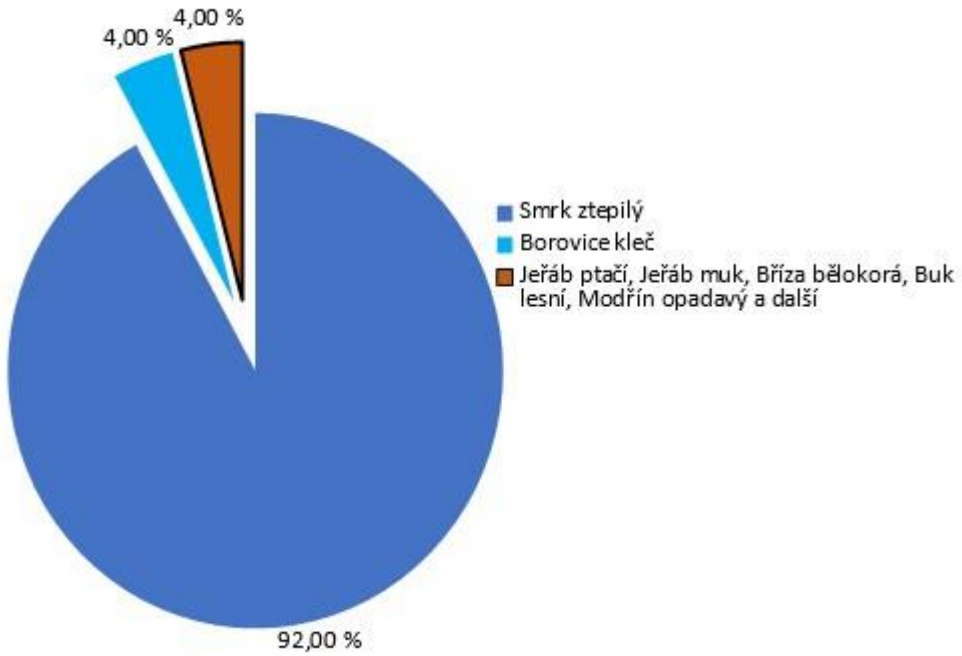
Označení: LHC (lesní hospodářský celek) Maršov – ÚP (územní pracoviště) 35 Pec Pod Sněžkou – LÚ (lesnický úsek) 5 Pomezní Boudy
Rozloha 980 ha, nadmořská výška se pohybuje od 750 m n. m. do 1 470 m n. m., 90 % území LÚ se rozkládá nad 850 m n. m. (Obr. 20)

Obr. 20: Celkový pohled Horní Malá Úpa (Fiala 2019).

4. 1. 3. Probíhající umělá obnova v Horní Malé Úpě

Od roku 2010 probíhá v zájmové lokalitě intenzivní obnova původní druhové skladby porostu. Jedná se realizaci programu Krkonošského národního parku „Stabilizace lesního porostu“. Provádějí se tyto způsoby umělé obnovy.

Současná druhová skladba lesního porostu v Horní malé Úpě (Obr. 21).
Zalesnění 92 % smrk ztepilý, 4 % borovice kleč, 4 % jeřáb ptačí, jeřáb muk, bříza bělokorá, buk lesní, modřín opadavý, na lokalitě Tónovy domky je olšička zelená jako pozůstatek lidské činnosti v minulosti (Urban 2019).



Obr. 21: Současná druhová skladba Horní Malá Úpa (Fiala 2019).

4. 1. 4. Druhy umělé obnovy realizované v Horní Malé Úpě

4. 1. 4. 1. Dvojsadba buku lesního a smrku ztepilého

Dvojsadba je výsadba dvou různých sazenic do jedné jamky, jedné štěrbiny, případně dvou štěrbin otevřených těsně vedle sebe (Obr. 22). Pomocná dřevina chrání druhou, cílovou dřevinu před nepříznivými klimatickými podmínkami a před poškozením zvěří. Důležité jsou vždy po několika letech výchovné zásahy, kdy se pomocná dřevina výškově zarovnává na úroveň cílové dřeviny, v tomto případě buku lesního.

V několika fázích od roku 2010 do 2020 bylo realizováno 10 tis. dvojsadeb.

Obr. 22: Dvojsadba buk lesní a smrk ztepilý (Fiala 2019).

4. 1. 4. 2. Jednotlivé vysazování buku lesního bez mechanické ochrany

Vysazování odrostků se provádí v blízkosti frekventovaných turistických tras, cest, zde se nepoužívá žádná mechanická ani chemická ochrana proti okusu (Obr. 23). Využívá se turistického ruchu, který ruší divokou zvěř, a tak zabraňuje poškození okusem a loupáním. Nejvíce je to patrné na trase Pomezní Boudy – Chata Jelenka. Na této turistické trase celoročně, a to i v noci a brzo ráno probíhá čilý turistický ruch. (výpravy za východem slunce na Sněžku). Jsou zde k vidění několikaleté buky lesní bez okusu a zcela nepoškozeny. Vysázeno několik kusů.

Obr. 23: Vysazení buku v blízkosti lesní cesty (Fiala 2019).

4. 1. 4. 3. Jednotlivé vysazování sazenic jedle bělokoré s individuální ochranou

Jednotlivé vysazování sazenic jedle bělokoré s individuální ochranou probíhá tam, kde jsou pro ni vhodné podmínky (Obr. 24). To jsou vlhká, stinná a na živiny bohatá stanoviště. Sazenice se vysazuji jednotlivě. Proti poškození divokou zvěří jsou chráněny celodřevěným oplocením. Sazenice jedle bělokoré jsou divokou zvěří považovány za největší pochoutku. Pokud není použita ochrana proti okusu, je sazenice v několika málo dnech zcela okusem zlikvidována zvěří. Celkem v rámci obnovy vysazeno 400 kusů jedlí z toho v současnosti je asi 200 ks je nepoškozených a prospívá.

Obr. 24: Jednotlivá podsadba jedle bělokoré v celodřevěné ochraně, patrné mírné poškození spadlým stromem (Fiala 2019).

4. 1. 4. 4. Jednotlivé vysazování sazenic – buk lesní, jeřáb ptačí, javor klen (podsadba)

Od devadesátých let bylo v prvních fázích umělé obnovy vysazeno několik tisíc sazenic cca. 10tis. kusů. Jako ochrana proti zvěři byl použitý částečně průhledný, zelený plast (makrolon). Lesy v Malé Úpě byly plné zelených asi 1 m vysokých ochran z plastové hmoty (Obr. 25). Po několika letech byl záměr přehodnocen, a průběžně byly plastové zelené ochrany postupně vyměňovány, nahrazovány za dřevěné nebo pletivové ochrany (Obr. 26).

Obr. 25: Pozůstatek individuální ochrany zeleným plastem, patrné poškození stromku oloupáním kůry (Fiala 2019).

Obr. 26: Podsadba listnatých druhů dřevin s individuální ochranou (Fiala 2019).

Celkem bylo vysazeno 10 tis. sazenic v ochrana (zelený makrolon), zejména sazenice buku lesního, jeřábu ptačího, jedle bělokoré a javoru klenu. Zbylo 4 tis. sazenic v zelené ochraně, ta byla nahrazena za pletivo. Každý rok je vysazeno 100 až 150 nových sazenic. Ročně je opraveno 80-100 kusů ochran (výměna kolíků, oprava pletiva).

4. 1. 4. 5. Umělá obnova síjí – bříza bělokorá, bříza pýřitá a smrk ztepilý

Tyto druhy se vysévají na holosečích po různých kalamitách (větrných, sněhových, kůrovcových) se používá umělá obnova převážně břízy bělokoré nebo pýřité síjí (Obr. 27). V několika případech byla použita síje i u smrku ztepilého. I když smrk ztepilý v této lokalitě je úspěšnou dřevinou přirozené obnovy.

Obr. 27: Výsev břízy (Fiala 2019).

4. 1. 4. 6. Skupinová výsadba odrostků – buk lesní, jeřáb ptačí tzv. OPLOCENKY

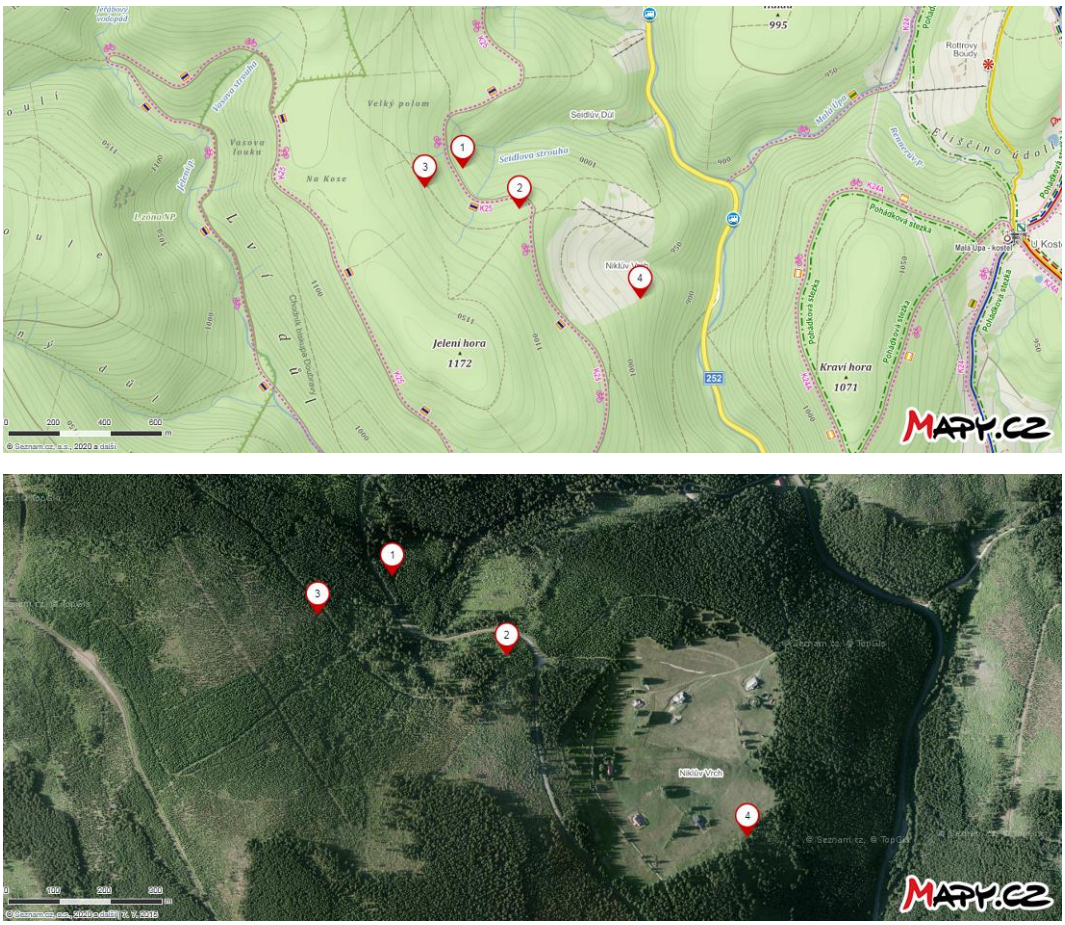
V průběhu několika let byly instalovány na prostorově i výškově diferencovaných lokalitách buď celodřevěné nebo kombinované (dřevo a kovové pletivo) oplocenky o velikosti 50 m², a do těchto oplocenek bylo vysazeno 15 kusů 4-5letých odrostků (1-1,2 m)

Celkem bylo vybodováno 150 oplocenek každá o velikosti 50 m² (Obr. 28).

Obr. 28: Jedna ze 150 oplocenek o výměře 50 m² (Fiala 2019).

4. 1. 5. Charakteristika výzkumných ploch

V zájmovém území Malá Úpa byly vybrány čtyři oplocené plochy (oplocenky) nacházející se v nadmořské výšce od 950 do 1100 m n. m. Na Obr. 29 je znázorněna lokalizace výzkumných ploch.



Obr. 29: Lokalizace výzkumných ploch v zájmovém území Malá Úpa (mapy.cz).

Část materiálu na stavbu oplocenek bylo použito dřevo z výchovných zásahů v okolí oplocenek, zbytek materiálu je součástí dodávky. Vzhledem k použití čistě přírodních materiálů, bez povrchové úpravy. Je trvanlivost v drsných podmínkách horského lesa velmi omezená.

Údržba a opravy oplocenek jsou prováděny v kratších časových intervalech. Celkový počet oplocenek v zájmovém území je 400 kusů a to 200 kusů pouze dřevěné a 200 kusů je kombinace dřeva a pletiva. Kovové pletivo je umístěno v přízemní části po celém obvodu oplocenky.

Kombinace s pletivem je vzhledem k poškozování zvěří účinnější, a to především proti zajíci obecnému.

Na některých oplocenkách, kde nebylo použito pletivo došlo v zimním období při sněhové pokrývce k vniknutí zvěře a k poškození většiny stromků oloupáním kůry (Obr. 30). Proto v následujícím období budou celodřevěné oplocenky doplněny pletivem.

Obr. 30: Poškození odrostku oloupáním kůry (Fiala 2019).

4. 1. 5. 1. Oplocenka 1a a kontrolní plocha 1b

Souřadnice GPS: 50.7262517N, 15.7832847E

Nadmořská výška: 1050 m

JPRL: 320E m33 (Obr. 31)

Typ konstrukce: celodřevěná

Obr. 31: Obrysová mapa (KRNAP ortofoto mapa k LHP).

Typologický klasifikační systém ÚHÚL Ing. Karel Plíva

Typologie ÚHÚL: 7V – Vlhká buková smrčina

Rozšíření: v horských oblastech (850 – 1 050 m n. m.), báze svahů, svahová prameniště, úžlabiny i terasy (v roklinách i do předhoří);
běžné jsou vysokobylinné subalpinské druhy.

Půda: hluboká, vlhká až mokrá, se zpomalenou humifikací, částečně zrašelinělá

Lesní typy: bkSM papratková (s mléčivcem alpským), devětsilová, šťavelová (na Šumavě s hojnou jedlí), úžlabní; podmáčená (přesličková, kapradinová, devětsilová); půdní var. na píscích v roklinách pískovců (s mléčivcem alpským), na balvanité půdě (s kapradinami).

Přirozená skladba: sm7, bk1, jd1, kl1

Cílová skladba: sm8, jd1, bk1, kl

Ohrožení: silně buření, větrem, značně zamokřením, sněhem, mrazem.

(Typologický klasifikační systém ÚHÚL Ing. Karel Plíva)

Oplocenka je umístěna v jednoetážovém smrkovém porostu věkové třídy 40-60 let (Obr. 32, 33). Vzhledem k blízkému prameništi je stanoviště stinné a vlhké.

Obr. 32: Celkový pohled na oplocenku 1a (Fiala 2019).

Obr. 33: Celkový pohled na oplocenku 1a (Fiala 2019).

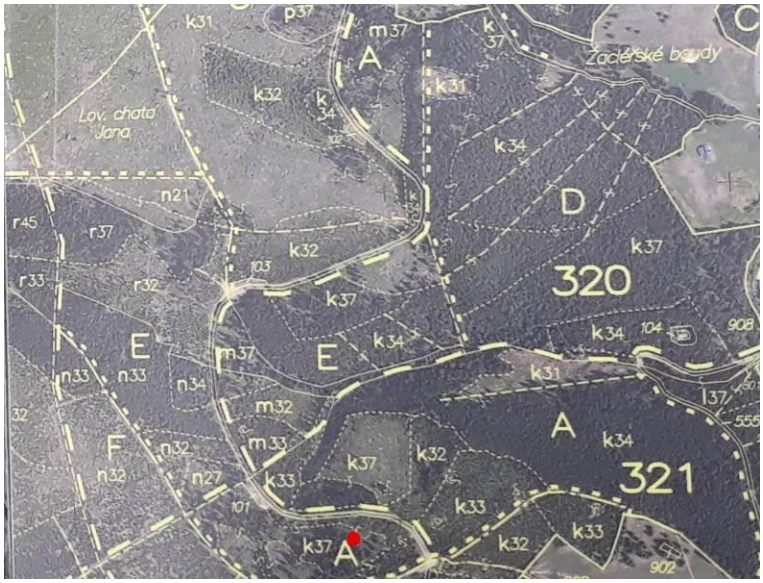
4. 1. 5. 2. Oplocenka 2a a kontrolní plocha 2b

Souřadnice GPS: 50.7248392N, 15.7864872E

Nadmořská výška:1 060 m

JPRL: 319A k37 (Obr. 34)

Typ konstrukce: dřevo + kovové pletivo



Obr. 34: Obrysová mapa (KRNAP ortofoto mapa k LHP).

Typologický klasifikační systém ÚHÚL Ing. Karel Plíva

Typologie ÚHÚL: 8K - Kyselá smrčina

Rozšíření: zapojenější porosty hospodářského lesa v nižším stupni subalpinských smrčin na svazích i náhorních plošinách od 1 050 m n. m., většinou na krystaliniku.

Půda: středně hluboká (hluboká - třtinová) s příměsí štěrku a kamene, typu Bh, méně (B) horské, se surovým humusem.

Lesní typy: SM metlicová, borůvková, třtinová, terasová (nevyvinutá, zrašelinělá půda)

Přirozená skladba: sm10, jř, bk (jd, kl); přirozená obnova smrku slabá

Cílová skladba: sm10, bk, jř

Ohrožení: silně sněhem (ledovkou, jinovatkou), značně větrem a mrazem

Oplocena je umístěna v dvouetážovém smrkovém porostu věkových tříd 1-20 tet a 120-140 let. Na ploše je bylinné patro tvořené pouze borůvkou (Obr. 35).

Obr. 35: Celkový pohled na oplocenku 2a (Fiala 2019).

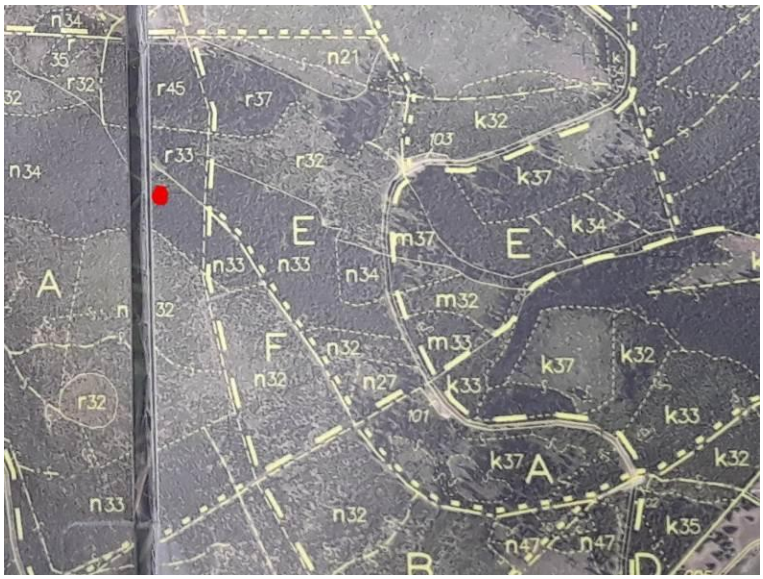
4. 1. 5. 3. Oplocenka 3a a kontrolní plocha 3b

Souřadnice GPS: 50.7255742N, 15.7812569E

Nadmořská výška: 1100 m

JPRL: 327A n32 (Obr. 36)

Typ konstrukce : dřevo + kovové pletivo



Obr. 36: Obrysová mapa (KRNAP ortofoto mapa k LHP).

Typologický klasifikační systém ÚHÚL Ing. Karel Plíva

Typologie ÚHÚL: 8K - Kyselá smrčina

Rozšíření: zapojenější porosty hospodářského lesa v nižším stupni subalpinských smrčin na svazích i náhorních plošinách od 1 050 m n. m., většinou na krystaliniku.

Půda: středně hluboká (hluboká - třtinová) s příměsí štěrku a kamene, typu Bh, méně (B) horské, se surovým humusem.

Lesní typy: SM metlicová, borůvková, třtinová, terasová (nevyvinutá, zrašelinělá půda)

Přirozená skladba: sm10, jř, bk (jd, kl); přirozená obnova smrku slabá

Cílová skladba: sm10, bk, jř

Ohrožení: Silně sněhem, značně větrem a mrazem. Okolní porost je tvořen smrkem ztepilým, porost je jednoetážový věkové třídy 20-40 let (Obr. 37)

Obr. 37: Celkový pohled na oplocenku 3a (Fiala 2019).

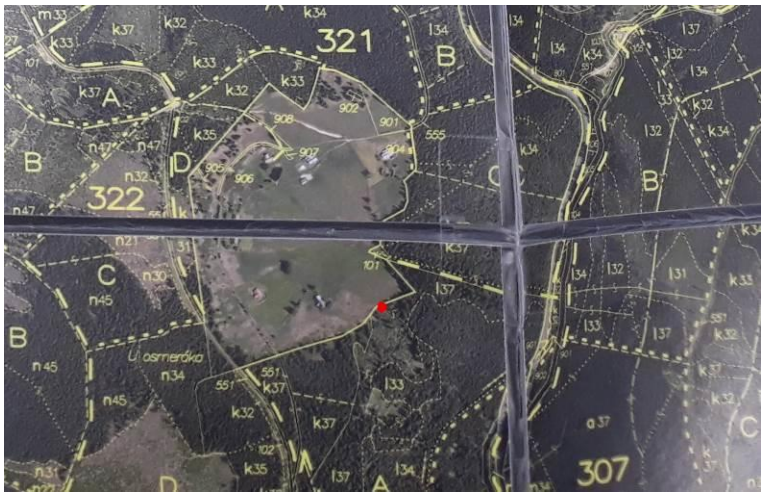
4. 1. 5. 4. Oplocenka 4a a kontrolní plocha 4b

Souřadnice GPS: 50.7216867N, 15.7931150E

Nadmořská výška: 950m

JPRL: 323A l37 (Obr. 38)

Typ konstrukce: celodřevěná



Obr. 38: Obrysová mapa (KRNAP ortofoto mapa k LHP).

Typologický klasifikační systém ÚHÚL Ing. Karel Plíva

Typologie ÚHÚL: SLT 7S - Svěží buková smrčina

Rozšíření: většinou na svazích, méně na plošinách, v horských polohách, výjimečně i v nejvyšších vrchovinách, na různém podloží.

Půda: hluboká, čerstvě vlhká, dobře propustná, typu horské (B)

Lesní typy: bkSM šťavelová (chudší var. s třtinou chlupatou, svahová se třtinou rákosovitou)

Přirozená skladba: sm7, bk2, jd1, kl

Cílová skladba: sm8, jd1, bk1, kl

Ohrožení: větrem, ledovkou, buření střední

Oplocena byla umístěna na okraji smrkového několikaetážového porostu mlaziny a věkové třídy 121–140 let. V okolí je několik semenných stromů smrku ztepilého (Obr. 39).

Obr. 39: Celkový pohled na oplocenku 4a (Fiala 2019).

4. 2. Finanční náklady na umělou obnovu

Umělou obnovu v dané lokalitě provádějí externí dodavatelé. Cena jednotlivých (dílčích) zakázek se každý rok určuje na základě výběrového řízení. Z tohoto důvodu nelze stanovit jednotkovou nebo referenční cenu prací ani jednotlivých sazenic nebo odrostků. V posledních letech je velký nedostatek firem, pracovních sil provádějící lesní práce. Proto údaje použité pro výpočty nákladů na jednotlivé obnovy jsou rozdílné a podléhají momentální nabídce a poptávce. U cen odrostků a sazenic záleží na dodavateli a původu semen. Některé odrostky a sazenice byly vypěstovány z místních semen. V současnosti je hospodaření Krkonošského národního parku výrazně ovlivněno celorepublikovým přebytkem nabídky kalamitního dřeva. Ceny smrkového dřeva jsou na historickém minimu. Z těchto důvodů je naplánovaná těžba dřeva na rok 2020 minimální (pouze nutné zásahy).

V odhadech KRNAP je zpracování 1m³ smrkového dřeva pro rok 2020 ztrátové. Ztráta se odhaduje na 300 kč/ 1m³. Je tedy důležité, finanční prostředky na umělou obnovu co nejvíce efektivně využít (Tab. 1).

Tab. 1: Současné náklady a náklady přepokládané na umělou obnovu porostu (Fiala et al. 2019)

Druh obnovy	**Počet Kusů První rok**	**Náklady na jednotku**	**Náklady Celkem První rok**	Počet Kusů Rok 5 tý	Náklady 5tý rok údržba celkem	Počet Kusů Rok 10 tý	Náklady 10tý rok údržba celkem	**Náklady Celkem za 10 let**	**Počet 12-15 letých stromků**	**Náklady na 1 kus výsadby za 10 let**
Dvojsadba Smrk ztep. Buk lesní	10tis.	28,-	280.000,-	6tis.	30.000,-	3,6tis.	18.000,-	328.000,-	3600 kusů	92,- Kč
Jedle bělokorá Indiv.ochrana	400	300,-	120.000,-	200	20.000,-	100	10.000,-	150.000,-	100 kusů	1.500,- Kč
Buk,Jeřáb,klen Indiv.ochrana *	6tis.	300,-	1.800.000,-	4tis.	100.000,-	2,8tis	280.000,-	2.180.000,-	2800 kusů	779,- Kč
Oplocenka 50m², 15 ks odrostků **	150 (2250)	4.500,- (300,-)	675.000,-	150	600.000,-	150	600.000,-	1.875.000,-	1500 kusů	1.250,- Kč
CELKEM OBNOVA	18650		**2.875.000,-**		750.000,-			**4.533.000,-**	8000 kusů	567,- Kč

* před rokem 2000 vysazeno 10 tis. kusů v individuální ochraně zelený plast. V letech 2010 zůstalo cca. 3 tis. kusů, postupná výměna plastu za ochranu kovovým pletivem. Každý rok vysazeno nových cca 100 kusů v individuální ochraně. V roce 2019 v individuálních ochranách cca 4 tis. listnatých dřevin.

** V oplocenkách v roce výstavby bylo 2 250 kusů odrostků listnatých dřevin, po 5 letech okusem a jinými neg.vlivy se počet kusů snížil o 30 %, předpoklad v dalších 5 letech pokles o dalších 30-40 %. V každé oplocence po 5 letech od výstavby, se objevilo přirozenou obnovou několik náletů listnatých dřevin. Tyto nálety jsou započítány do celkového cílového počtu obnovy. Desátý rok obnovy v tabulce je odhad podle vývoje od prvního roku do 5 roku za předpokladu stagnace nebo mírného poklesu počtu spárkaté zvěře.

4. 3. Sběr a analýza dat

K prozkoumání byly vybrány čtyři oplocené plochy (tzv. oplocenky) v zájmovém území Malá Úpa z projektu KRNAP „Stabilizace lesního porostu“, který byl realizován od roku 2010 do 2014 a v omezeném počtu probíhá stále. Jedná se vždy o jednu oplocenku s číslováním 1a, 2a, 3a, 4a a vždy příslušnou zkusnou (kontrolní) plochu stejné výměry 50m² s číslováním 1b, 2b, 3b, 4b, která je vždy vyměřena v blízkosti zkoumané oplocenky.

Dřeviny obnovy byly hodnoceny ze dvou hledisek. Za prvé podle okusu zvěří, a to na stupnici 1. až 4. Hodnocení 1 znamená zcela nepoškozeno

okusem, 2 okus terminálního výhonu, 3 okus některého z bočních výhonů. 4 je hodnocení pro okus jak terminální a současně boční, nebo se jedná o poškození loupáním.

Druhá část hodnocení byla kvalita stromku v rozmezí 1. až 4. Kde 1 znamená zcela bez okusu (poškození) velmi pěkný, 2 znamená mírně poškozený, trochu zakřivený, 3 vyjadřuje špatný přírůst, zakrslý a hodnocení 4 znamená nejhorší kvalitu, okousaný (bonsaj), uschlý, neživý.

Pokud je kvalita označena 3. nebo 4. je stromek (odrostek) považovaný za odumřelý. Kromě kvality a škod bylo na každé ploše hodnoceno druhové složení obnovy, početnost a podíl umělé a přirozené obnovy.

LEGENDA

okus	**kvalita**
1- bez okusu	1 – bez okusu pěkný
2 – terminální	2 – poškozený křivý
3 – boční	3 – špatný přírůst
4 – terminální+boční nebo oloupaný	4 – uschlý nebo okousaný (bonsaj)

Grafické výstupy zabývajících se podílem poškozené obnovy diferencovaně dle typu poškození okusem a diferencovaně dle dřevin v oplocenkách a na kontrolních plochách, obdobně jako grafy druhového složení přirozené a umělé obnovy byly vytvořeny v programu Excel (Microsoft).

5. Výsledky

5. 1. Oplocenka 1a a kontrolní plocha 1b

V oplocence č. 1a bylo zjištěno v přepočtu celkem 9 000 ks/ha umělé a přirozené obnovy (Tab. 2). Z toho bylo umělou obnovou vysazeno buku lesního 33 % (3 000 ks/ha). Přirozená obnova byla zastoupena smrkem ztepilým 40 % (3 600 ks/ha), jeřábem ptačím 16 % (1 400 ks/ha), jeřábem mukem 7 % (600 ks/ha) a břízou bělokorou 4 % (400 ks/ha) (Obr. 40). Největší poškození bylo zjištěno u břízy 34 % u jeřábu p. bylo poškození 29 %, buku vykazoval 27 % poškození, jeřáb m. a smrk byly bez poškození. Ze čtyř zkoumaných oplocenek 1a, 2a, 3a a 4a vykazuje tato největší přírůst a největší druhovou rozmanitost.

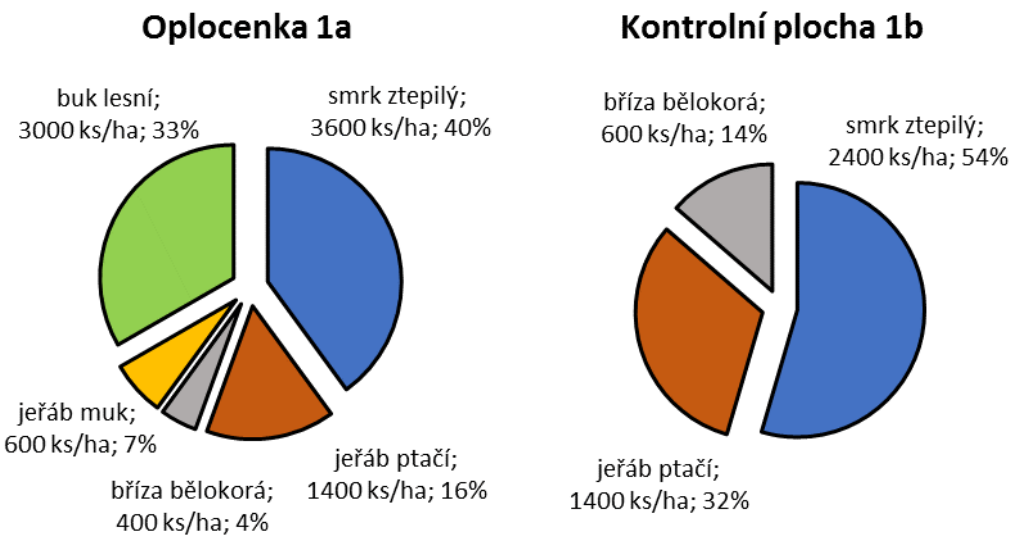
Tab. 2: Poškození obnovy, oplocenka 1a a plocha 1b (Fiala 2019)

	PŘIROZENÁ OBNOVA										UMĚLÁ OBNOVA							
	smrk ztepilý celkem 18 Ks				jeřáb ptačí celkem 7 Ks				bříza bělokorá celkem 2 Ks				jeřáb muk celkem 3 Ks				buk lesní celkem 15 ks				jeřáb ptačí celkem 0 ks			
	okus				okus				okus				okus				okus				okus			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Zkusná plocha oplocená č.1a 50m²	18				5	1	1		2				2		1		12	2	1					
	kvalita				kvalita				kvalita				kvalita				kvalita				kvalita			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	14	4			5	2			2				2	1			11	3		1				

	PŘIROZENÁ OBNOVA										UMĚLÁ OBNOVA							
	smrk ztepilý celkem 12 Ks				jeřáb ptačí celkem 7 Ks				bříza bělokorá celkem 3 Ks				topol osika celkem 0 Ks				buk lesní celkem 0 ks				jeřáb ptačí celkem 0 ks			
	okus				okus				okus				okus				okus				okus			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Zkusná plocha volná č.1b 50m²	10	2						7	1	2														
	kvalita				kvalita				kvalita				kvalita				kvalita				kvalita			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	9	2		1				7	1		2													

Kontrolní plocha č. 1b vykazovala 4 400 ks/ha přirozené obnovy. Druhově byla zastoupena smrkem ztepilým 54 % (2 400 ks/ha), jeřábem ptačím 32 %

(1 400 ks/ha) a břízou bělokorou 14 % (600 ks/ha) (Obr. 40). Okusem byl nejvíce postižen jeřáb ve 100 %, bříza vykazovala 67 % okus a smrk měl nejnižší okus 17 %.



Obr. 40: Druhová skladba obnovy v oplocence 1a a na kontrolní ploše 1b (Fiala 2019)

5. 2. Oplocenka 2a a kontrolní plocha 2b

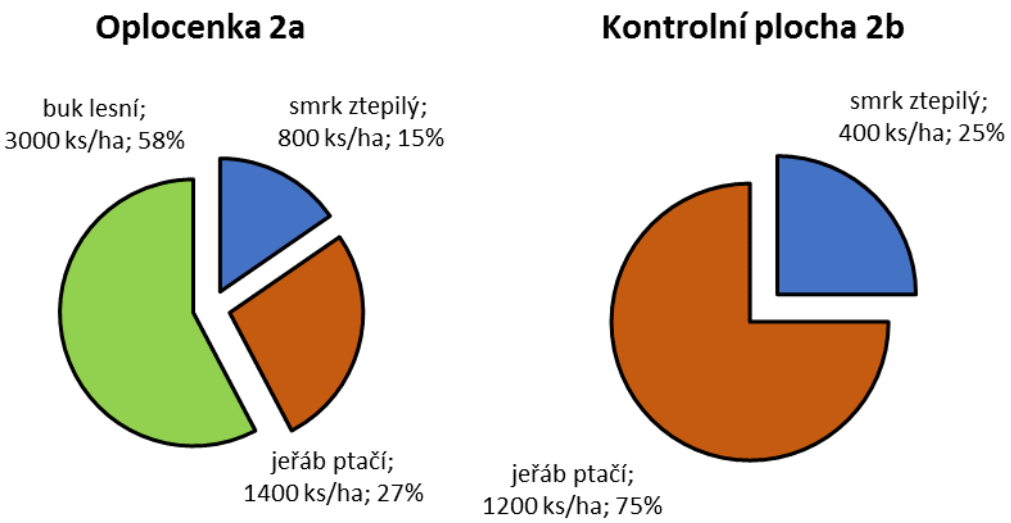
V oplocence č. 2a bylo zjištěno celkem 5 200 ks/ha umělé a přirozené obnovy (Tab. 3). Z toho bylo umělou obnovou vysazeno buku lesního 58 % (3 000 ks/ha). Přirozená obnova byla zastoupena smrkem ztepilým 15 % (800 ks/ha) a jeřábem ptačím 27 % (1 400 ks/ha) (Obr. 41). Největší poškození bylo zjištěno u buku a to 34 % u jeřábu bylo poškození 15 % smrk vykazoval nejnižší poškození 0 %. Stanoviště, kde je oplocenka umístěna, je bez druhově rozmanitého bylinného patra. V oplocence převažuje 0,5 – 1 m vysoká borůvka. Na první pohled zde velmi dominuje jeřáb ptačí, který se zde vyskytuje přirozenou obnovou (náletem).

Tab. 3: Poškození obnovy, oplocenka 2a a plocha 2b (Fiala 2019)

	PŘIROZENÁ OBNOVA								UMĚLÁ OBNOVA							
	smrk ztepilý celkem 4 Ks				jeřáb ptačí celkem 7 Ks				bříza bělokorá celkem 0 Ks				jeřáb muk celkem 0 Ks				buk lesní celkem 15 ks				jeřáb ptačí celkem 0 ks			
	okus 1	2	3	4	okus 1	2	3	4	okus 1	2	3	4	okus 1	2	3	4	okus 1	2	3	4	okus 1	2	3	4
Zkusná plocha oplocená č.2a 50m²	4				7												10	4	1					
	kvalita 1	2	3	4	kvalita 1	2	3	4	kvalita 1	2	3	4	kvalita 1	2	3	4	kvalita 1	2	3	4	kvalita 1	2	3	4
	4				6		1											1	13	1				

	PŘIROZENÁ OBNOVA								UMĚLÁ OBNOVA							
	smrk ztepilý celkem 2 Ks				jeřáb ptačí celkem 6 Ks				bříza bělokorá celkem 0 Ks				topol osika celkem 0 Ks				buk lesní celkem 0 ks				jeřáb ptačí celkem 0 ks			
	okus 1	2	3	4	okus 1	2	3	4	okus 1	2	3	4	okus 1	2	3	4	okus 1	2	3	4	okus 1	2	3	4
Zkusná plocha volná č.2b 50m²	2							6																
	kvalita 1	2	3	4	kvalita 1	2	3	4	kvalita 1	2	3	4	kvalita 1	2	3	4	kvalita 1	2	3	4	kvalita 1	2	3	4
	2							6																

Kontrolní plocha č. 2b vykazovala 1 600 ks/ha přirozené obnovy. Druhově byla zastoupena smrkem ztepilým 25 % (400 ks/ha) a jeřábem ptačím 75 % (1 200 ks/ha) (Obr. 41). Okusem byl nejvíce postižen jeřáb ve 100 % a smrk měl nejnižší okus 0 %.



Obr. 41: Druhová skladba obnovy v oplocence 2a a na kontrolní ploše 2b (Fiala 2019)

.

5. 3. Oplocenka 3a a kontrolní plocha 3b

V oplocence č. 3a bylo zjištěno celkem 3 600 ks/ha umělé a přirozené obnovy dohromady (Tab. 4). Z toho bylo umělou obnovou vysazeno jeřábu ptačího 83 % (3 000 ks/ha). Přirozená obnova byla zastoupena smrkem ztepilým 11 % (400 ks/ha), břízou bělokorou 6 % (200 ks/ha) (Obr. 42). Největší poškození bylo zjištěno u jeřábu a to 30 %, smrk a bříza vykazovaly nejnižší poškození 0 %. Oplocenka je bez viditelných náletových dřevin a má rozmanité bylinné patro. Tato oplocena působí kompaktně a stabilně. Přírůstky jsou na všech výsadbách jeřábu podobné.

Tab. 4: Poškození obnovy, oplocenka 3a a plocha 3b (Fiala 2019)

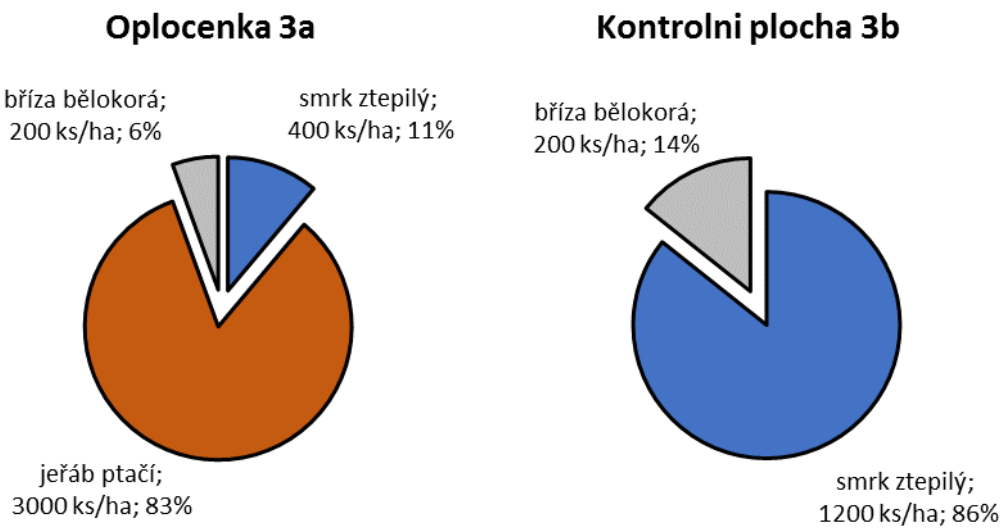
PŘIROZENÁ OBNOVA — UMĚLÁ OBNOVA

	smrk ztepilý celkem 2 Ks	jeřáb ptačí celkem 0 Ks	bříza bělokorá celkem 1 Ks	jeřáb muk celkem 0 Ks	buk lesní celkem 0 ks	jeřáb ptačí celkem 15 ks
Zkusná plocha oplocená č.3a 50m²	okus 1 2 3 4	okus 1 2 3 4	okus 1 2 3 4	okus 1 2 3 4	okus 1 2 3 4	okus 1 2 3 4
	2		1			10 5
	kvalita 1 2 3 4	kvalita 1 2 3 4	kvalita 1 2 3 4	kvalita 1 2 3 4	kvalita 1 2 3 4	kvalita 1 2 3 4
	2		1			10 2 3

PŘIROZENÁ OBNOVA — UMĚLÁ OBNOVA

	smrk ztepilý celkem 6 Ks	jeřáb ptačí celkem 0 Ks	bříza bělokorá celkem 1 Ks	topol osika celkem 0 Ks	buk lesní celkem 0 ks	jeřáb ptačí celkem 0 ks
Zkusná plocha volná č.3b 50m²	okus 1 2 3 4	okus 1 2 3 4	okus 1 2 3 4	okus 1 2 3 4	okus 1 2 3 4	okus 1 2 3 4
	6		1			
	kvalita 1 2 3 4	kvalita 1 2 3 4	kvalita 1 2 3 4	kvalita 1 2 3 4	kvalita 1 2 3 4	kvalita 1 2 3 4
	5 1		1			

Kontrolní plocha č. 3b vykazovala 1 400 ks/ha přirozené obnovy. Druhově byla zastoupena smrkem ztepilým 86 % (1 200 ks/ha) a břízou bělokorou 14 % (200 ks/ha) (Obr. 42). Okusem byla nejvíce postižena bříza ve 100 % a smrk byl okusem postižen v 16 %.



Obr. 42: Druhová skladba obnovy v oplocence 3a a na kontrolní ploše 3b (Fiala 2019)

5. 4. Oplocenka 4a a kontrolní plocha 4b

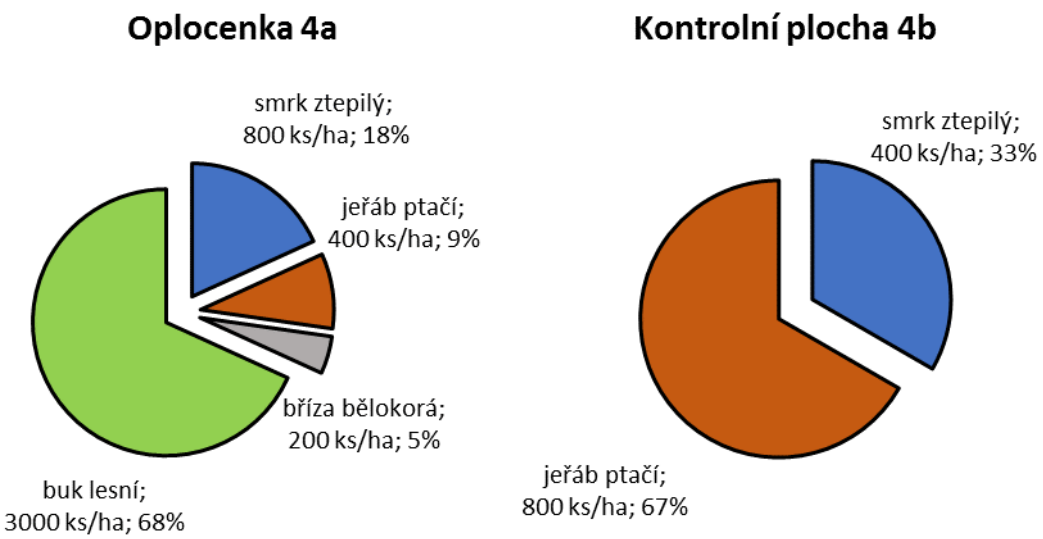
V oplocence č. 4a bylo zjištěno celkem 4 400 ks/ha umělé a přirozené obnovy (Tab. 5). Z toho bylo umělou obnovou vysazeno buku lesního 68 % (3 000 ks/ha). Přirozená obnova byla zastoupena smrkem ztepilým 18 % (800 ks/ha), jeřábem ptačím 9 % (400 ks/ha) a břízou bělokorou 5 % (200 ks/ha) (Obr. 43). Největší poškození bylo zjištěno u buku a to 27 %, jeřáb a bříza vykazovaly nejnižší poškození 0 %. Oplocenka je umístěna na okraji porostu, a proto je vystavena vyšší sněhové pokrývce. Na ploše je rozmanité a druhově bohaté bylinné patro.

Tab. 5: Poškození obnovy, oplocenka 4a a plocha 4b (Fiala 2019)

	PŘIROZENÁ OBNOVA								UMĚLÁ OBNOVA			
	smrk ztepilý celkem 4 Ks		jeřáb ptačí celkem 2 Ks		bříza bělokorá celkem 1 Ks		jeřáb muk celkem 0 Ks		buk lesní celkem 15 ks		jeřáb ptačí celkem 0 ks	
Zkusná plocha oplocená č.4a 50m²	okus 1 2 3 4		okus 1 2 3 4		okus 1 2 3 4		okus 1 2 3 4		okus 1 2 3 4		okus 1 2 3 4	
	4		2		1				11	3	1	
	kvalita 1 2 3 4		kvalita 1 2 3 4		kvalita 1 2 3 4		kvalita 1 2 3 4		kvalita 1 2 3 4		kvalita 1 2 3 4	
	3	1	2		1				8	3	1	3

	PŘIROZENÁ OBNOVA								UMĚLÁ OBNOVA			
	smrk ztepilý celkem 2 Ks		jeřáb ptačí celkem 4 Ks		bříza bělokorá celkem 0 Ks		topol osika celkem 0 Ks		buk lesní celkem 0 ks		jeřáb ptačí celkem 0 ks	
Zkusná plocha volná č.4b 50m²	okus 1 2 3 4		okus 1 2 3 4		okus 1 2 3 4		okus 1 2 3 4		okus 1 2 3 4		okus 1 2 3 4	
	2			4								
	kvalita 1 2 3 4		kvalita 1 2 3 4		kvalita 1 2 3 4		kvalita 1 2 3 4		kvalita 1 2 3 4		kvalita 1 2 3 4	
		2		4								

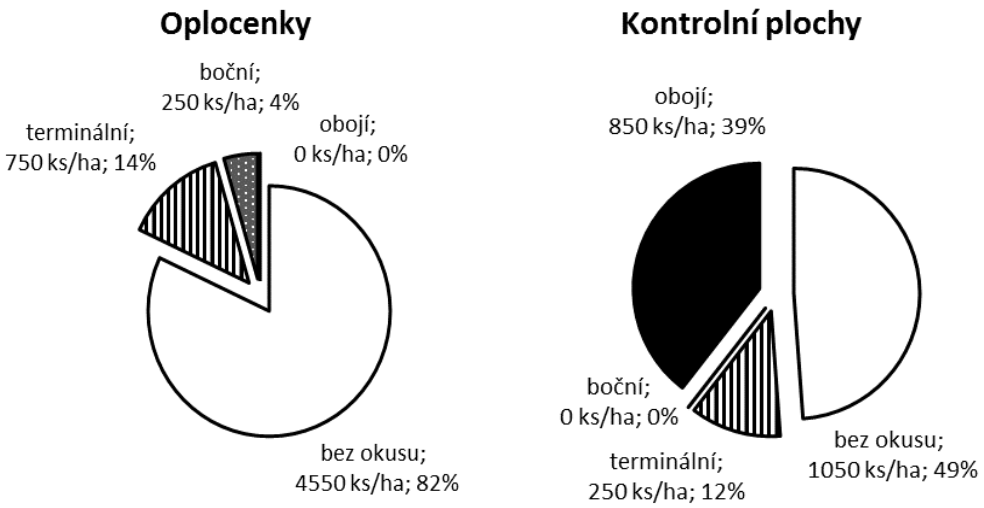
Kontrolní plocha č. 4b vykazovala 1 200 ks/ha přirozené obnovy. Druhově byla zastoupena jeřábem ptačím 67 % (800 ks/ha) a smrkem ztepilým 33 % (400 ks/ha) (Obr. 43). Okusem byl nejvíce postižen jeřáb a to ve 100 % a smrk byl bez okusu.



Obr. 43: Druhová skladba obnovy v oplocence 1a a na kontrolní ploše 1b (Fiala 2019)

5. 5. Škody zvěří

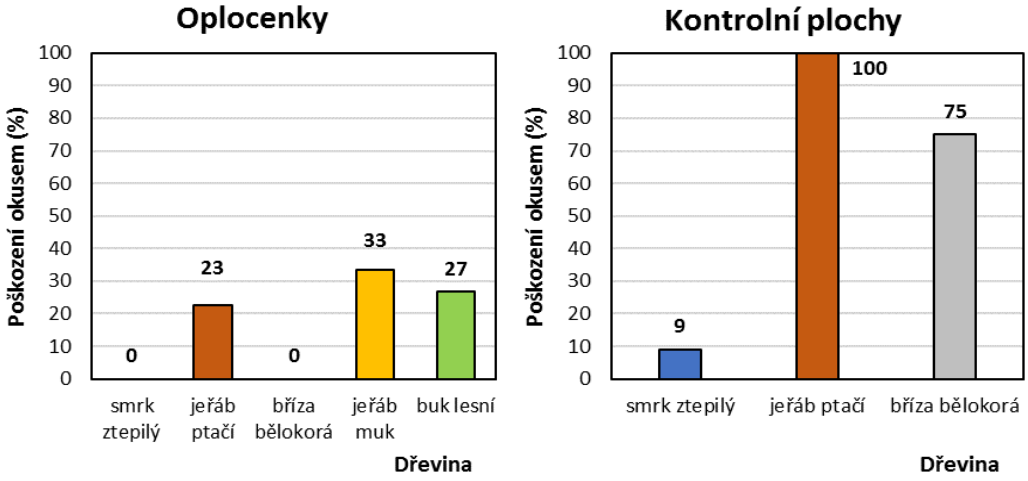
Celkové poškození na všech čtyřech oplocenkách bylo terminálním okusem 14 % (750 ks/ha), bočním okusem 4 % (250 ks/ha) a obojím okusem 0 % (Obr. 44). Kontrolní plochy (bez oplocení) měly celkové poškození terminálního okusu 12 % (250 ks/ha), bočního okusu 0 %, obojího okusu 39 % (850 ks/ha).



Obr. 44: Podíl poškozené obnovy diferencovaně dle typu poškození okusem v oplocenkách a na kontrolních plochách (Fiala 2019)

Celkově nejvíce byl v oplocenkách poškozen jeřáb muk 33 %, buk lesní vykazoval celkové poškození 27 % a jeřáb ptačí 23 %. Smrk a bříza měla v oplocenkách 0 % poškození (Obr. 45).

Kontrolní plochy vykazovaly celkové poškození dřevin ve 100 % u jeřábu, v 75 % u břízy bělokoré a pouze v 9 % u smrku.



Obr. 45: Podíl poškozené obnovy okusem diferencovaně dle dřevin v oplocenkách a na kontrolních plochách (Fiala 2019)

6. Diskuse

Zkoumáním různých způsobů umělé obnovy původní druhové skladby porostu v Horní Malé Úpě, bylo zjištěno že na poškozování obnovního porostu se podílejí jak biotické, tak abiotické vlivy. Mezi ty běžné patří sucho, námraza, sněhová pokrývka. Hlavním negativním faktorem je však v tomto ohledu právě vliv zvěře. Na rozdíl od jiných negativních vlivů můžeme tento negativní faktor ovlivnit svědomitým hospodařením s lesní zvěří. Už v šedesátých letech psal Hošek (1960) o vysokých stavech jelení zvěře, které negativně ovlivňují vývoj lesního porostu v Krkonoších.

Podle Zatloukala jedním z důvodů škod působením zvěří je fakt, že za posledních více jak 200 let vzrostl vlivem lidské činnosti podíl smrkových monokultur, které jsou náchylné k různým imisním, větrným a kůrovcovým kalamitám a tím k ochuzeni o rozmanitost ostatní vegetace (snížení počtu lesních luk, pastvin). Z tohoto důvodu byla zvěř nucena se soustředit na lesní dřeviny hospodářského využití a zájmu (Zatloukal 1998). Převážně okus v jarních a letních měsících je významný v poškozování druhové skladby na obnovovaných plochách. Letorosty smrku ztepilého jsou zdrojem důležitých prvků a energetického přijmu pro spárkatou zvěř (Malík 2000).

Dalším faktem je, že k výraznějšímu poškozování lesního porostu dochází kvůli turistickému ruchu v důsledku rušení zvěře a ta je nucena se stahovat do klidnějších lokalit, kde se zdržuje a působí nemalé škody na lesním ekosystému. K této situaci dochází i při vyvážených a únosných stavech jelení zvěře (Nováková et al.1997). Stejná autorka má i názor, že eliminaci škod, kterou působí spárkatá zvěř, lze dosáhnou jen její úplnou likvidací. Což jako jedna z alternativ je nepřijatelná pro národní park (Nováková et al.1997).

O snížení stavu spárkaté zvěře jako jednom z možných řešení píše Vacek et al. (2007), jež navrhuje 50 % snížení počtu jelení zvěře. Toto snížení by umožnilo dosáhnout ekologicky únosných škod na obnově lesního porostu (Vacek et al. 2007). Pokud se podíváme na data o stavu zvěře, které pravidelně zveřejňuje KRNAP, např. stav jelení zvěře na jaře 2007 byl 417 ks a v roce 2017 vzrostl na 552 ks (KRNAP 2020). Jde tedy o nárůst o více

jak 30 % jelení zvěře. To je bohužel pro úspěšnost obnovy původní druhové skladby porostu nepříznivý vývoj. Při těchto zvýšených počtech zvěře dochází podle Vacka et al. (2007) k velmi silnému poškozování jedle bělokoré, javoru klenu, jeřábu ptačího a někde i buku lesního, kde škody na těchto porostech jsou většinou 50 %, ale v mnoha případech 100 %. Celkové poškození na čtyřech oplocenkách bylo 18 % a na nechráněných plochách bylo poškození obnovy 51 %. Nejvíce byl poškozen 100 % jeřáb ptačí a ze 75 % bříza bělokorá. Nejnižší poškození 9 % vykazoval smrk ztepilý.

Prokůpková et al (2020) ve studii prováděné ve východní části Krkonoš zjistila stejné 100 % poškození jeřábu ptačího a na jedné ze zkoumaných ploch poškození smrku ztepilého 10,8 %. Podobně negativní vliv okusu na druhovou skladbu a obnovy dokumentuje Vacek (2017) z Orlických hor, Slanař et al. (2017) z Jizerských hor a Vacek et al. (2019) z Broumovska. Preference některých dřevin oproti ostatním, zejména smrku ztepilého, uvádí i práce z horských oblastí ze zahraničí (Ammer 1996; Motta 1996, 2003; D'Aprile et al. 2020).

Pokud nedojde k snížení stavu spárkaté zvěře, bude nutné tyto poškozované dřeviny umělé obnovy chránit proti poškození (okus, ohryz, vytažení) pomocí oplocenek nebo dalšími způsoby individuální ochrany (Vacek et al. 2007). O nutnosti ochrany proti okusu referují i ostatní práce (Vacek et al. 2014; Ambrož et al. 2017; Vacek 2017). Pro snižování počtu spárkaté zvěře jako účinnému řešení jasně hovoří i příklady ze zahraničí. Jedná se o tzv. Bavorský a Saský model ochrany lesa. V Bavorských lesních porostech při pravidelném terénním šetření dojde ke zjištění, že je poškozeno méně jak 15 % jedinců okusem (dřeviny obnovy), tak redukce počtu zvěře není nutná. Pokud zjištěný okus přesahuje 30 % likvidace dřevin, pak redukce stavu zvěře je nutná. V Saských lesích platí pravidla, kde únosný stav poškození loupáním je do 1 % jedinců a do 20 % poškození okusem. Z ekonomického pohledu je hranice poškození cílových dřevin v lesních porostech okusem do 10 % jedinců a u ohryzu a loupání do 5 % jedinců (Sloup 2007). To se s 50-100 % poškozením cílových dřevin v našich lesích Krkonošského národního parku nedá ani vzdáleně srovnávat.

Ředitelství saských lesů by se chtělo dopracovat početního stavu jelení

zvěře 1-2 kusy zvěře na 100 ha. V současné době je počet zvěře saských lesích přibližně 6 ks na 100 ha. Na mnoha místech saských lesů dochází k zmlazení a odrůstání smrku, jedle a buku bez ochrany proti poškození zvěří (Vaca 2020). Tento „Saský model“ by mohl být inspirací a možným řešením pro zlepšení a zefektivnění obnovy původní druhové skladby lesního porostu v Krkonoších. Snížení stavu zvěře je zásadní pro úspěšnou obnovu.

7. Závěr

Z předložené studie vyplývá, že škody zvěří významně ovlivňují druhovou skladbu a vývoj horských lesů. Hodnoty poškození obnovy v oplocenkách dosahovaly 18 %, přičemž na ploše bez ochrany proti zvěři činily celkem 51 %. Nejvíce poškozovanými druhy dřevin mimo oplocení byly: jeřáb ptačí (100 %) a bříza bělokorá (75 %). Nejmenší škody okusem byly zjištěny u smrku ztepilého (9 %). Z těchto hodnot, z diskuse a z názorů oborových autorit je jasné, že zásadním a hlavním faktorem, který ovlivňuje přirozenou a umělou obnovu původního lesního porostu v Krkonoších, je vysoký stav spárkaté zvěře.

Managment Krkonošského národního parku se snaží pravidelným odlovem a budováním přezimovacích obůrek eliminovat škody na obnově lesního porostu. Bohužel efektivita současné umělé obnovy jedle, buku, jeřábu a klenu je podle získaných výsledků velmi nízká. V Saských a Bavorských lesích probíhá úspěšně obnova původních dřevin bez mechanické ochrany obnovovaného porostu proti okusu, ohryzu a loupání zvěří. Jediné a efektivní řešení, které by urychlilo a výrazně podpořilo umělou obnovu jedle bělokoré a dalších listnatých dřevin jako obnovení původní druhové skladby lesního porostu v Krkonoších, je zásadní snížení populace spárkaté zvěře a navýšení počtu kusů realizované umělé obnovy původních dřevin. Tím by se urychlilo potřebné zvýšení jak druhové, tak věkové diverzity a stability lesních porostů. Jen kvalitní a silný lesní ekosystém bude úspěšně odolávat nepříznivým globálním změnám klimatu.

8. Seznam 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(1-2), 43-53.

Anděra, M., Červený, J. (2009): Velcí savci v České republice. Rozšíření, historie a ochrana. 1. Sudokopytníci (Artiodactyla), Národní muzeum, Praha.

Balatka, B., Kalvoda, J. (2006): Geomorfologické členění reliéfu Čech. Geomorphological regionalization of the relief of Bohemia. – Kartografie Praha a.s., 79 p., 3 maps, Prague

Brang, P., Lessig, R. (2000): Restoring Protection against natural hazards in European mountain forests after wind disturbance: How much human interference?, IUFRO Congress 2000, Vol. 1, 328-337 pp.

Cukor, J., Vacek, Z., Linda, R., Vacek, S., Marada, P., Šimůnek, V., & Havránek, F. (2019). Effects of bark stripping on timber production and structure of Norway spruce forests in relation to climatic factors. Forests, 10(4), 320.

Červený, J., Kamler, J., Kholová, H., Koubek, P., Martínková, N. (2003): Encyklopedie myslivosti. Ottovo nakladatelství, Praha.

D'Aprile, D., Vacchiano, G., Meloni, F., Garbarino, M., Motta, R., Ducoli, V., & Partel, P. (2020): Effects of Twenty Years of Ungulate Browsing on Forest Regeneration at Paneveggio Reserve, Italy. Forests, 11(6), 612.

Detsch R., Ammer U., (2000): Multifunctional rehabilitation of forest in central Europe, XXI IUFRO Congress. - Kuala Lumpur, Vol. 1, pp. 320-327.

Eliášek, J., Dvořák, J., Stupka, P.,. KRKONOŠE: česká a polská část, Jizerské hory. 2 vydání. Český Krumlov: MCU, 2013. 60 s. ISBN 978-80-7339-193-5

Flousek, J., et al. (1994): Krkonoše/Karkonosze Bilateral Biosphere Reserve. In: Biosphere Reserves on the Crossroad of Central Europe, Czech Republic – Slovak Republic. Jeník, J. (ed.), Praha, Empora, s. 17-32.

Flousek, J. (2007): Inventarizace, monitoring a výzkum. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Šturma, J., Potocki, J. (eds): Krkonoše. Příroda, historie, život. Nakl. Miloš Uhlíř – Baset, Praha: 733–738.

Grimm V., Wissel C., (1997): Babel, or the ecological stability discussion: an inventory and analysis of terminology and a guide for avoiding confusion. - Oecologia, 109: 323-324.

Gupka, K. (2006): Effects of the altitude change on the structure of the soil protective and anti-erosive function. In: Stabilization of forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity, Proceedings of conference in Opočno. - pp. 537-544.

Hofmann, R. R. (1989): Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversikcation of ruminants: a comparative view of their digestive system. Oecologia, 78: 443–457.

Holling C. S., (1973): Resilience and stability in ecological systems.
Annual review of ecology and Systematics, 4: 1-23.

Hošek, E. (1960): Historický průzkum LHC Vrchlabí I. a II. Brandýs nad Labem, ÚHÚL, 291 s

Jonášová, M., Prach, K. (2004): Central-European mountain spruce (Picea abies (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. - Ecological Engineering, 23: 15-27.

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.

Kantor, P. et al. (2014): Pěstění lesů. Skripta – učební text. InoBio – Inovace biologických a lesnických disciplín pro vyšší konkurence schopnost. 2014, 153s.

Korpeĺ, Š., Peňáz, J., Tesař, V., Saniga, M. (1991): Pestovanie lesa. - Príroda, Bratislava: 475 p.

Korpel, Š. (1993): Hospodárenie v lesoch horských oblastí. - VŠZ: Praha, 123 p.

Král, J., Vacek, S., Vacek, Z., Putalová, T., Bulušek, D., & Štefančík, I. (2015). Structure, development and health status of spruce forests affected by air pollution in the western Krkonoše Mts. in 1979–2014. Central European Forestry Journal, 61(3), 175-187.

Kupka I. (2000): Posouzení možností umělé a přirozené obnovy lesních porostů a potřeby reprodukčního materiálu v NP Šumava. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů NP Šumava, sborník konference ČZU, Kostelec n. Č.l., listopad 2000. - pp. 92-98.

Kupka, I. (2004): Přirozená a umělá obnova, jejich přednosti, omezení a nevýhody. In: Přirozená a umělá obnova - přednosti, nevýhody a omezení, Sborník konference ČZU, Kostelec n. Č.l., březen 2004. - pp. 5-12.

Lokvenc T., Vacek S. (1991): Problematika podsadeb porostů v imisních oblastech. - Lesnická práce, 70(9): 67- 77.

Lokvenc, T. - Vacek, S., (1996): Obnova horských lesů podsadbami. Krkonoše, 29, 1996, č. 10, s. 14 - 15.

Malík, V. (2000): Potravní atraktivita vybraných lesních dřevin pro spárkatou zvěř Jindřichohradecka, Brno, 175 s.

Míchal, I. et al. (1998): Obnova ekologické stability lesů. Praha, Academia 1992, 169 s. Jaworski, A.: Budova, struktura i dynamika gómoreglowych borów świerkowych w Karpatach a metody postepowania hodowlanego. In: Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kollataja w Krakowie nr. 332. Sesja Naukowa z. 56. Kraków, AR 1998, s. 37 – 68. – Res. angl.

Míchal, I., Petříček, V. et al. (1999): Péče o chráněná území. II. Lesní společenstva. Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR 1999, 173 s.

Milad, M., Schaich, H., Bürgi, M., Konold, W., (2011): Climate change and nature conservation in Central European forests: A review of consequences, concepts and challenges. Forest Ecology and Management, 261(4), 829–843.

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(1-2), 93-98.

Motta, R. (2003): Ungulate impact on rowan (Sorbus aucuparia L.) and Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) height structure in mountain forests in the eastern Italian Alps. Forest ecology and management, 181(1-2), 139-150.

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

Nehyba, J. (2015): LHC Harrachov. Lesní hospodářský plán. Platnost 2015-2024. Textová část. Správa Krkonošského národního parku.

Nováková, E., Schwarz, O., Štursa, J., (1997): Biodiverzita, stabilita a ekologická únosnost lesního biomu v území národního parku a biosférické rezervace Krkonoše. Projekt Programu GEF Biodiverzita.
Závěrečná zpráva. Kostelec nad Černými lesy a Vrchlabí, ÚAE LF ČZU Praha A Správa KRNAP, 62 s.

Oliver C. D., (1980/1981): Forest development in North America following major disturbances. Forest Ecology and Mngt, V3, 66-68 pp

Peřina, V. et al. (1984): Obnova a pěstování lesních porostů v oblastech postižených průmyslovými imisemi. Praha, SZN 1984, 173 s.

Petříček, V., Míchal, I. (1999). Péče o chráněná území. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 808606414X

Poleno, Z., Vacek, S., Podrázský, V., Remeš, J., Štefančík, I., Mikeska, M., Kobliha, J., Kupka, I., Malík, V., Turčáni, M., Dvořák, J., Zatloukal, V., Bílek, L., Baláš, M., Simon, J., (2009): Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Lesnická práce, s. r. o., Kostelec nad Černými lesy.

Prokůpková, A., Vacek, Z., Vacek, S., Blažejová, J., Schwarz, O., Bulušek, D., (2020): Dynamics of natural regeneration of mountain forests after wind disturbance: model study for the Krkonoše Mts. (Czech Republic). Zprávy lesnického výzkumu, 65:72–81.

Putalová, T., Vacek, Z., Vacek, S., Štefančík, I., Bulušek, D., & Král, J. (2019). Tree-ring widths as an indicator of air pollution stress and climate conditions in different Norway spruce forest stands in the Krkonoše Mts. *Lesnicky Casopis*, *65*(1), 21-33.

Reininger H. (1992): Ziestarkennutzung oder die Plenterung des. Altersklassenwaldes. Funfte Aufgabe. Oster. Agrarwerlag.

Schwarz, O. (1997): Rekonstrukce lesních ekosystémů Krkonoš. Správa KRNAP, 1997, s.174.

Simon, J., (2009): Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Lesnická práce, s. r. o., Kostelec nad Černými lesy.

Slanař, J., Vacek, Z., Vacek, S., Bulušek, D., Cukor, J., Štefančík, I. et al., (2017): Long-term transformation of submontane spruce-beech forests in the Jizerské hory Mts.: dynamics of natural regeneration. Central European Forestry Journal, 63:213–225.

Sýkora, B., (1983): Krkonošský národní park. – 1–276. SZN, Praha.

Šerá B., Falta V., Cudlín P., Chmelíková E. (2000): Contribution to knowledge of natural growth and development of mountain Norway spruce seedlings. - Ekológia, 19: 420-434.

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

Štursa J., Kwiatkowski P., Harčarik J., Zahradníková J. & Krahulec F. (2009): Černý a červený seznam cévnatých rostlin Krkonoš. Opera Corcontica 46: 67–104.

Šustr, P. 2013a. Kam chodí jeleni v Krkonoších? Pohled z ptačí perspektivy. Krkonoše, 2013(12): 16–17

Šustr, P., Lamka, J., Rapala, R. (2015): Jeleni v Krkonoších: Jelenie w Karkonoszach. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku.

Tesař, V. (1987): Imisní ekologie a pěstební vlastnosti dřevin ve vyšších polohách středohor. In: Biotechnické projekty obnovy lesa. Sb. Referátů, Brno, VŠZ LF 1987, s. 63 – 71.

Tesař, V., Tichý, J. (1990): Results and new objectives in restoring the forests damaged by air pollution in Bohemian mountains. In.: Proc. 19th IUFRO Congress. Div. 2, Montreal, 1990, s. 455 – 462.

Tesař, V. (1993a): Obhospodařování horského lesa Českého masívu v současných ekologických poměrech. In: Hospodárenie v lesoch horských oblastí. Ed M. Hladík. Písek, Matice lesnická 1993a, s.11 – 31.

Tesař V., Tesařová J., (1996): Odrůstání smrku s jeřábem v mladých uměle založených porostech v Krkonoších. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů na území Krkonošského národního parku, sborník konference Opočno, duben 1996. pp. 201-209.

Tomášek, M. (2007): Půdy České Republiky. ČGS, Praha. 68s.
Úradníček L., Maděra, P., Tichá, S., Koblížek, J. (2009): Dřeviny České republiky. Lesnická práce s. r. o., Kostelec nad Černými lesy.

Vaca, D.(2020) Chceme mít stavy zvěře ve svých rukách | Lesnická práce – nakladatelství a vydavatelství | Lesnická práce

Vacek S. (1981): Vyhlídky na úspěch přirozené obnovy v ochranných horských lesích Krkonoš. Lesnická práce, 60: 3: 118–124.

Vacek, S. (1982): Vliv imisí na lesní porosty v Krkonoších. In: Životní prostředí venkovské krajiny. Brno, Vysoká škola zemědělská. 1982, s. 141 – 149.

Vacek, S., Mareš, V. (1985): Morfologická proměnlivost a kvalita bukvic ze semenných let 1982-1984. Práce VÚLHM, 66: 45-73.

Vacek, S., Lokvenc T. (1992): Obnova ochranných lesů v Krkonoších podsadbami. Lesnická práce, 71, 1992 č.5, s. 141 – 144.

Vacek, S., Lokvenc, T., Balcar, V., Henžlík, V. (1994): Obnova a stabilizace lesa v horských oblastech Sudet. [Forest regeneration and stabilization in the Sudeten mountain regions]. In: Protection of forest ecosystems, selected problems of forestry in Sudetz Mts. Eds. P.Paschalis, S.Zajaczkowski. Warszawa, Biuro GEF 1994, s.93 – 119. – Res. angl.

Vacek, S., Souček, J. (1995): Poškození lesů Krkonoš jelení zvěří a jejich řešení. In: Škody zvěří a jejich řešení. Brno, MZLU 1995, s.109-112

Vacek, S., Podrazský, V. (1995a): Development trends in forests of the Krkonoše Mts. Under emission load. In: Mountain National Parks and Biosphere reserves: monitoring and Management. Proceedings of International Konference. Špindlerův Mlýn, Krkonoše National Park, 20. – 23. September 1993. Eds J. Flousek, G. C. S. Roberts. Vrchlabí, Krkonoše National Park Administration 1995, s. 69 – 74.

Vacek, S., Balcar, V. (1999) : Mezinárodní seminář o evropských horských lesích v Trentu. Journal of Forest Science, 45, 1999, č.7, s. 337-340. –Res. Angl.

Vacek, S. (2003): Horské lesy České republiky. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 2003, c2002. ISBN 80-7084-239-3.

Vacek S., Podrazský V. (2003a): Forest ecosystems of the Šumava Mts. and their management. - Journal of Forest Science, 49: 291-301.

Vacek, S., Matějka, M., Simon, J., Malík, V., Schwarz, O., Podrázský V.,Minx T., Tesař, V., Anděl, P., Janovský, L., Mikeska, M. (2007). Zdravotní stav a dynamika lesních ekosystémů Krkonoš pod stresem vyvolaným znečištěním ovzduší. [Health status and dynamics of forest ecosystems under air pollution stress in the Giant Mts.]. Folia Forestalia Bohemica. . ISBN 978-80-86386-94-2Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., č. 6, 2007, 216 s

Vacek S., Vacek Z., Schwarz O. et al. (2009): Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích

Vacek, S., Matějka, K. (2010). Health status of forest stands on permanent research plots in the Krkonoše Mts. Journal of Forest Science, 56(11), 555-569.

Vacek, S., Hejcmanová, P., & Hejcman, M. (2012): Vegetative reproduction of Picea abies by artificial layering at the ecotone of the alpine timberline in the Giant (Krkonoše) Mountains, Czech Republic. Forest Ecology and Management, 263, 199-207.

Vacek, S., Remeš, J., Vacek, Z., Bílek, T., Štefančík, I., Baláš M., Podrázský V., (2018): Pěstování lesů. V Praze: Česká zemědělská univerzita ISBN 978-80-213-2891-4.

Vacek, S., Prokůpková, 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, 65:331–345.

Vacek, Z., Vacek, S., Bílek, L., Král, J., Remeš, J., Bulušek, D., & Králíček, I. (2014). Ungulate impact on natural regeneration in spruce-beech-fir stands in Černý důl Nature Reserve in the Orlické Hory Mountains, case study from Central Sudetes. *Forests*, *5*(11), 2929-2946.

Vacek, Z., Vacek, S., Bulušek, D., Podrázský, V., Remeš, J., Král, J., & Putalová, T. (2017). Effect of fungal pathogens and climatic factors on production, biodiversity and health status of ash mountain forests. Dendrobiology, 77(161), 1755-1315.

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

Vacek, Z., Cukor, J., Linda, R., Vacek, S., Šimůnek, V., Brichta, J., ... & Prokůpková, A. (2020): Bark stripping, the crucial factor affecting stem rot development and timber production of Norway spruce forests in Central Europe. Forest Ecology and Management, 474, 118360.

Zatloukal, V. (1995): Úloha a postavení státní správy při řešení škod zvěří. In: Škody zvěří a jejich řešení, MZLU Brno, 1995, s. 59 - 62.

Zatloukal, V. (2000): Dynamika přirozeného zmlazení a umělých podsadeb v závislosti na stanovištních poměrech v horských lesích Šumavy. In: Konference Monitoring, výzkum a management ekosystémů NP Šumava, 1.-2. 12. 1999, Kostelec nad Černými lesy. - ČZU, FLE: Praha, pp. 74-78.

Internetové zdroje:

Botany (2020): www.botany.cz

Krnap (2014-2020): www.krnap.cz

https://www.krnap.cz/wallpapers/132/

https://www.krnap.cz/data/Files/downloads/krnap-pribeh-lesa-a5-cz-web_144558653725.225.pdf

https://www.krnap.cz/data/Files/downloads/krnap-pribeh-lesa-a5-cz-web_144558653725.225.pdf

https://www.krnap.cz/geomorfologie/

https://www.krnap.cz/management-zvere/

https://www.krnap.cz/krnap-a-jeho-ochranne-pasmo/

Mikeska, M., Vacek S., (2007): archiv časopisu Lesnická práce, Struktura porostů a trvale udržitelné hospodaření, řočník 86,číslo 11/07, (online) http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-86-2007/lesnicka-prace-c-11-07/struktura-porostu-a-trvale-udrzitelne-hospodareni-v-lese

MZe (2019): http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/zelenazprava/ZZ_2019.pdf

Enviweb (2013): http://www.enviweb.cz/96832

Flousek,(2019):http://www.casopis.forumochranyprirody.cz/magazin/analyzy-komentare/krkonose-a-klimaticka-změna

Fiala, J. (2019) : Multimediální herbář Krkonoše 2019, poznatky autora

Pladias (2020): www.pladias.cz

Urban, P. (2019): ing.Petr Urban, lesník Malá Úpa, Rozhovor a poskytnutí materiálů