Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů

Zhodnocení vývoje obnovy lesních porostů na kalamitních holinách v LHC Vítkov na revíru Budišov a Červený Kopec

Diplomová práce

Autor: Bc. Lenka Kešeláková

Vedoucí práce: prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Lenka Kešeláková

Lesní inženýrství

Název práce

Zhodnocení vývoje obnovy lesních porostů na kalamitních holinách v LHC Vítkov na revíru Budišov a Červený Kopec

Název anglicky

Evaluation of Regeneration Dynamics of Forest Stands on Calamity Clear-Cuts in Forest Management Unit Vítkov on the Forest District Budišov and Červený Kopec

---

Cíle práce

Cílem diplomové práce je aktualizace literární rešerše na různé způsoby obnovy lesa se zaměřením na kalamitní plochy a sledování obnovy lesa v HS 45, 55, 57 a zhodnocení vývoje přirozené (spontánní) obnovy lesa v podmínkách oglejených a živných stanovišť vyšších a středních poloh.
V diplomové práci bude vyhodnocen útlak buřeně, vliv zvěře, nezdar zalesnění, přirozená obnova a přírůst na sledovaných plochách na LHC Vítkov.

Metodika

1) Aktualizace literatury vztahující se k řešenému tématu (podzim 2022).

2) Na vybraných kalamitních holinách bude v každém HS – 45, 55, 57 obnoveno 6 zkusných ploch o výměře 0,01 ha (jaro 2022)

Celkem 18 ploch o celkové velikosti 0,18 ha.

- 1. zkusná plocha – neoplocená, bez umělé obnovy, bez ožinu a ochrany proti zvěři

- 2. zkusná plocha – oplocená, bez umělé obnovy a bez ožinu

- 3. zkusná plocha – neoplocená, s umělou obnovou, bez ožinu a ochrany proti zvěři

- 4. zkusná plocha – neoplocená, s umělou obnovou, s ožinem a s ochranou proti zvěři

- 5. zkusná plocha – oplocená, s umělou obnovou a bez ožinu

- 6. zkusná plocha – oplocená, s umělou obnovou a s ožinem

3) Zhodnocení jednoho vegetačního období na všech plochách v parametrech:

- Druh dřeviny, stáří obnovy, výška, přírůst, útlak buřeně, vliv zvěře, nezdar zalesnění, výskyt přirozené obnovy (podzim 2022)

4) Zpracování výsledků a příprava diplomové práce (zima 2022/2023).

Časový harmonogram

Obnova ploch – jaro 2022

Zhodnocení a měření na jednotlivých plochách – po skončení vegetační sezóny 2022

Zpracování výsledků – únoru 2023

Předložení rukopisu BP – březen 2023

Rešerše: prosinec 2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
1906

Doporučený rozsah práce

Min. 50 stran odborného textu

Klíčová slova

Kůrovec, škody větrem, rozpad porostů, obnova lesa, přirozená obnova, umělá obnova, zabuřenění, vliv zvěře

---

Doporučené zdroje informací

BOLTE, A., HILBRIG, L., GRUNDMANN, B., KAMPF, F., BRUNET, J., ROLOFF, A.: Climate change impacts on stand structure and competitive interactions in a southern Swedish spruce-beech forest. Eur. J. Forest Res. 129, 2010, s. 261–276.

LINDNER, M., MAROSCHEK, M., NETHERER, S., KREMER, A., BARBATI, A., GARCIA-GONZALO, J., SEIDL, R., DELZON, S., CORONA, P., KOLSTROM, M., LEXER, M.J., MARCHETTI, M.: Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. For. Ecol. Manag. 259, 2010, 698–709.

PODRÁZSKÝ, V.: Lesnictví na rozcestí nebo na scestí. Vesmír, 88 (139), 2009, č. 10, s. 630 – 633.

PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J.: Aspekty pěstování lesů a lesnictví v ČR v budoucím období. Lesnická práce, 85, 2006, č. 12, s. 19 – 22.

POLENO, Z. et al.: Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy 2007. 463 s. ISBN 978-80-87154-09-0

POSCH, M.: Impacts of climate change on critical loads and their exceedances in Europe. Environmental Science and Policy 5, 2002, 307–317.

PRŮŠA, Eduard. Pěstování lesů na typologických základech. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2001. ISBN 80-86386-10-4.

REMEŠ, J., KUŠTA, T., ZEHNÁLEK, P.: Struktura a vývoj dlouhodobě cloněných nárostů v systému přírodě blízkého hospodaření v lesích. Zprávy lesnického výzkumu, 54, 2008, s. 41-48.

REMEŠ, J.: Transformation of even-aged spruce stands at the School Forest Enterprise Kostelec nad Černými lesy: Structure and final cutting of mature stand. Journal of Forest Science, 52, 2006 č. 4, s. 158-171.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 29. 4. 2022

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 8. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 22. 03. 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci na téma: „Zhodnocení vývoje obnovy lesních porostů na kalamitních holinách v LHC Vítkov na revíru Budišov a Červený Kopec“ vypracovala samostatně pod vedením prof. Ing. Viléma Podrázského, CSc., citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila, a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 21/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

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

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

V Praze dne ……

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala celé mé rodině, přátelům, kolektivu z Lesní správy Vítkov, a hlavně mému příteli za pevné nervy, podporu a pomoc při studiu i za pomoc při získávání dat v terénu pro zpracování závěrečné práce.

Nemalý dík patří vedoucímu této práce panu prof. Ing. Vilému Podrázskému, CSc., za odborné vedení, věnovaný čas, trpělivost a také za užitečné připomínky poskytnuté v průběhu zpracování diplomové práce.

Poděkování patří také mým kolegům revírníkům Ing. Martinovi Bláhovi a Ing. Janu Peterovi, kteří mi pomohli zrealizovat výzkum na svých revírech ve správě státního podniku Lesů České republiky.

Na závěr bych na tomto místě ještě ráda poděkovala lesnímu správci Ing. Mgr. Janě Bezděkové, Ph.D., za ochotu mi s čímkoliv pomoci a za přístup k vysokoškolskému vzdělávání.

Za dokončení diplomové práce vděčím své zesnulé mamince, která mě vždy podporovala a stála při mně.

Abstrakt

Diplomová práce pojednává o různých způsobech obnovy kalamitních holin na LHC Vítkov v odlišných přírodních podmínkách oglejených a živných stanovišť vyšších a středních poloh se zaměřením na umělou i přirozenou (spontánní) obnovu.

V první, teoretické části práce je krátce řešena globální klimatická změna, její vliv a dopad na lesní hospodářství a možná spojitost se vznikem kalamit. V aktualizované rešerši je také nahlédnuto do historie obnovy lesa a na její legislativní rámec. Dále jsou rozebírány způsoby obnovy lesa, problematika obnovy kalamitních holin, využití přípravných dřevin, péče o obnovené porosty, charakteristika vybraných hospodářských souborů a druhů dřevin pro výzkum, konkrétně buku lesního (*Fagus sylvatica*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*).

Praktická část výzkumu se věnuje pozorování vývoje umělé a přirozené obnovy na třech zájmových lokalitách s odlišnými přírodními podmínkami, pro studii byly vybrány HS 45, 55 a 57. Každá lokalita byla rozvržena na 6 dílčích zkusných ploch, z nichž každá měla výměru 0,01 ha. Dohromady bylo založeno18 ZKP o celkové výměře 0,18 ha.

Některé ZKP byly oplocené, neoplocené, vyžínané, nevyžínané, uměle obnovené i ponechané zcela bez zásahu k projevení spontánní sukcese. Toto rozdělení bylo provedeno se záměrem vyhodnocení a porovnání tloušťkových i výškových přírůstů jedinců během tří vegetačních období, mortality a celkové zdárnosti jednotlivých typů managementů obnov s odlišnými pěstebními zásahy a ochrannými opatřeními s ohledem na působení faktorů jako útlak buřeně, vliv zvěře a další, které byly v průběhu šetření monitorovány.

Výzkum a samotné měření probíhalo v rámci tří vegetačních období, a to od jara roku 2020 do podzimu 2022 na revíru Budišov a Červený Kopec. Z výsledků vyplývá, že míru úspěšnosti umělé obnovy podmiňuje zejména ožin, druhotně pak oplocení, chránící kultury proti škodám zvěří. Negativní vliv buřeně se projevil na snížených výškových i tloušťkových přírůstech obou druhů dřevin a na jejich vysoké mortalitě. V případě spontánní sukcese se nejvíce ukázal potencionál pionýrských druhů dřevin, především bříz a vrb, avšak obnovovaly se i cílové druhy dřevin, jako buky, duby, javory a smrky. Vliv zvěře na přirozenou obnovu lze spatřovat v množství přirozeného zmlazení, které se na plochách bez oplocení snižovalo. Z výsledků ekonomického zhodnocení vyplývá, že nejlevnější alternativou obnovy je ponechání ploch zcela bez zásahu k projevení přirozené sukcese a v případě umělé obnovy, čím je nákladnější, tím je úspěšnější.

Klíčová slova: umělá obnova, spontánní sukcese, kalamitní holiny, buk lesní, borovice lesní, útlak buřeně, vliv zvěře, mortalita

Abstract

The diploma thesis discusses various ways of Regenerations on Calamity Clear-Cuts in the Forest Management Unit Vítkov in different natural conditions on gleyic and fertile stands HS 45 of higher and medium positions with a focussing on artificial and natural (spontaneous) regeneration.

In the first, theoretical part of the thesis global climate change, its influence and impact on forest management and possible connection with the occurrence of calamities are briefly discussed. The updated research also provides insight into the history of forest regeneration and its legislative scope. Various methods of forest regeneration, the topic of regeneration of Calamity Clear-Cuts, the use of pioneer trees, silvicultural care of regeneration forest stands, the characteristics of selected Management Units (HS) and tree species for research, specifically beech (*Fagus sylvatica*) and pine (*Pinus sylvestris*) are also analysed.

The practical part of the research deals with observing the development of artificial and natural regeneration on three sites of interest with different natural conditions. HS 45, 55 and 57 were selected for the study. Each site was divided into 6 partial plots, each with a size of 0,01 ha. A total of 18 plots with a total area of 0.18 ha were established.

Some plots were fenced, unfenced, weedy, without weeding, artificially regenerated or left completely without any intervention for the effects of spontaneous succession. This division was carried out with the intention to evaluate and compare thickness and height growth over three growing seasons, mortality and the overall success of individual types of management regeneration with different cultivation interventions and protective measures, considering the effects of factors such as pressure of weeds, the effect of wild game and others, which were monitored during the study.

The research and the measurements themselves took place within three growing seasons, from the spring 2020 to the autumn 2022 in the Forest District Budišov and Červený Kopec. The results show that the rate of the success of artificial regeneration is mainly conditioned by weeding, and secondarily by fencing, which protects the cultures against game damages. The negative effect of weeds was manifested in the reduced thickness and height growth of both types of trees and in their high mortality.

In the case of spontaneous succession, the potential of pioneer tree species, especially birches and willows, were the most evident, on the other hand target tree species such as beeches, oaks, maples and spruces were also regenerated. The effects of game on natural regeneration

can be seen in the amount of natural rejuvenation, which was reduced on plots without fencing. The results of economic evaluation show that the cheapest alternative of restoration is to leave plots completely without any intervention to show natural succession, and in the case of artificial regeneration, the more expensive it is, the more successful it is.

Key words: artificial regeneration, spontaneous succession, calamity clear-cuts, the European beech, the Scots pine, weed control, game effects, mortality

Obsah

1. Úvod 17
2. Cíl práce 19
3. Rozbor literatury 20
3.1. Globální změna klimatu 20
3.2. Klimatická změna, její příčiny a důsledky 20
3.3. Vliv klimatické změny na lesní ekosystémy 21
3.3.1. Klimatická změna v lesích České republiky 22
3.4. Vliv změny klimatu na lesní hospodářství 23
3.4.1. Adaptační opatření v LH ke zmírnění klimatické změny 24
3.5. Chřadnutí lesních porostů 25
3.5.1. Abiotičtí škodliví činitelé 26
3.5.2. Biotičtí škodliví činitelé 27
3.6. Kůrovcová kalamita 28
3.6.1. Dopady kůrovcové kalamity 29
3.6.2. Kalamitní holiny 30
3.7. Obnova lesa 31
3.7.1. Historie obnovy lesa 32
3.7.2. Legislativa v obnově lesa 33
3.7.3. Příprava ploch a půdy pro obnovu lesa 35
3.8. Umělá obnova lesa 37
3.8.1. Obnova lesních porostů síjí 38
3.8.2. Obnova lesních porostů sadbou 39
3.8.3. Podsadby 41
3.9. Přirozená obnova 42
3.9.1. Charakteristické rysy přirozené obnovy 43
3.9.2. Pozitiva a negativa přirozené obnovy 43
3.9.3. Využití přirozené obnovy 44
3.10. Kombinovaná obnova 45
3.11. Problematika obnovy kalamitních holin 45

3.11.1. Dvoufázová obnova lesa 46
3.11.2. Faktory ztěžující obnovu lesa 47
3.11.3. Péče o obnovené porosty 48
3.12. Popis zájmových dřevin 49
3.12.1. Buk lesní 49
3.12.2. Borovice lesní 50
3.13. Popis HS a obnovy v jednotlivých HS 52
3.14. Charakteristika LHC Vítkov 54
3.14.1. Přírodní lesní oblast 29 – Nízký Jeseník 55
3.14.2. Geologické a pedologické poměry 56
3.14.3. Hydrologické a klimatické poměry 56
3.14.4. Zhodnocení přírodních poměrů 58
3.14.5. Zhodnocení stavu lesa 59
4. Metodika 63
4. 1. Volba zájmových lokalit 63
4.2. Charakteristika zájmových lokalit 63
4.3. Založení zkusných ploch 68
4.3.1. Příprava stanoviště a péče o výsadby 69
4.4. Získávání dat 69
4.5. Zpracování dat 70
5. Výsledky 73
5.1. Vyhodnocení a porovnání jednotlivých přírůstů 73
5.1.1. Výškový přírůst buku lesního 73
5.1.2. Tloušťkový přírůst buku lesního 75
5.1.3. Výškový přírůst borovice lesní 77
5.1.4. Tloušťkový přírůst borovice lesní 79
5.2. Porovnání vlivu ožinu na oplocených ZKP č. 6 a č. 5 81
5.2.1. Porovnání vlivu ožinu na výškový přírůst 81
5.2.2. Porovnaní vlivu ožinu na tloušťku kořenového krčku 85
5.3. Porovnání vlivu ožinu na neoplocených ZKP č. 3 a č. 4 90

5.3.1. Porovnání vlivu ožinu na výškový přírůst 90
5.3.2. Porovnaná vlivu ožinu na tloušťku kořenového krčku 94
5.4. Hodnocení vlivu oplocení na ožínaných ZKP č. 4 a č. 6 99
5.4.1. Hodnocení vlivu oplocení na výškový přírůst 99
5.4.2. Hodnocení vlivu oplocení na tloušťkový přírůst kořenových krčků 104
5.5. Hodnocení vlivu oplocení na neožínaných ZKP č. 3 a č. 5 108
5.5.1. Porovnání vlivu oplocení na výškový přírůst 108
5.5.2. Porovnání vlivu oplocení na tloušťkový přírůst 116
5.6. Zaschlé terminály 122
5.7. Úspěšnost umělé obnovy na jednotlivých zkusných plochách 123
5.7.1. Zdárnost obnovy na neoplocených zkusných plochách bez ožinu a bez ochrany proti zvěři (ZKP č. 3) 123
5.7.2. Zdárnost obnovy na neoplocených zkusných plochách s ožinem a s ochranou proti zvěři (ZKP č. 4) 124
5.7.3. Zdárnost obnovy na oplocených zkusných plochách bez ožinu (ZKP č. 5) 125
5.7.4. Zdárnost obnovy na oplocených zkusných plochách s ožinem (ZKP č. 6) 126
5.8. Úspěšnost umělé obnovy dle hospodářských souborů 128
5.9. Zhodnocení přirozené obnovy 133
5.9.1. Přirozená obnova na HS 45 133
5.9.2. Přirozená obnova na HS 55 139
5.9.3. Přirozená obnova na HS 57 144
6. Ekonomické zhodnocení výzkumu 151
6.1. Náklady na přirozenou obnovu 151
6.2. Náklady na umělou obnovu 153
7. Diskuze 156
8. Závěr 163
9. Literatura 167
10. Seznam příloh 182

Seznam tabulek a obrázků

Seznam obrázků

Obr. č. 1: Orientační mapa LHC Vítkov (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023)....54
Obr. č. 2: Grafické znázornění plošného rozdělení věkových stupňů na revíru Budišov....59
Obr. č. 3: Graf plošného zastoupení dřevin na revíru Budišov....60
Obr. č. 4: Grafické znázornění plošného rozdělení věkových stupňů na revíru Červený Kopec....61
Obr. č. 5: Graf plošného zastoupení dřevin na revíru Červený Kopec....62
Obr. č. 6: Zájmová lokalita č. 1 v porostní mapě revíru Budišov....64
Obr. č. 7: Zájmová lokalita č. 2 v porostní mapě revíru Budišov....65
Obr. č. 8: Umístění zájmových lokalit na revíru Budišov....66
Obr. č. 9: Zájmová lokalita č. 3 v porostní mapě Červený Kopec....67
Obr. č. 10: Graf výšek BK na oplocených a ožínaných plochách v HS 45 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022....73
Obr. č. 11: Graf tlouštěk BK na oplocených a ožínaných plochách v HS 45 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022....75
Obr. č. 12: Graf výšek BO na oplocených a ožínaných plochách v HS 55 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022....77
Obr. č. 13: Graf tlouštěk BO na oplocených a ožínaných plochách v HS 55 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022....79
Obr. č. 14: Graf porovnání vlivu ožinu na výšky BK a BO na oplocených zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS....81
Obr. č. 15: Graf porovnání průměrných výškových přírůstů BK a BO na oplocených zkusných plochách s ožinem a bez ožinu během vegetačních období 2020–2022....83
Obr č.16: Graf porovnání vlivu ožinu na tloušťky kořenových krčků BK a BO na oplocených zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS....85
Obr. č. 17: Graf porovnání průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na oplocených zkusných plochách s ožinem a bez ožinu během vegetačních období 2020–2022....87
Obr. č. 18: Graf porovnání vlivu ožinu a ochrany proti zvěři na výšky BK a BO na neoplocených zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS....90
Obr. č. 19: Graf porovnání průměrných výškových přírůstů BK a BO na neoplocených zkusných plochách s ožinem a bez ožinu během vegetačních období 2020–2022....92

Obr. č. 20: Graf porovnání vlivu ožinu na tloušťky kořenových krčků BK a BO na neoplocených zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS 94
Obr. č. 21: Graf porovnání průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na neoplocených zkusných plochách s ožinem a bez ožinu během vegetačních období 2020–2022 96
Obr. č. 22: Graf porovnání vlivu oplocení na výšky BK a BO na ožínaných zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS 99
Obr. č. 23: Graf srovnání průměrných výškových přírůstů BK a BO na ožínaných zkusných plochách s oplocením a bez oplocení během vegetačních období 2020–2022..... 101
Obr. č. 24: Graf znázorňující počty zaschlých terminálu u jedinců BK a BO na neopocených a oplocených zkusných plochách č. 4 a č. 6 během vegetačních období 2020–2022 102
Obr. č. 25: Graf porovnání vlivu oplocení na tloušťky BK a BO na ožínaných zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS 104
Obr. č. 26: Graf srovnání průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na ožínaných zkusných plochách s oplocením a bez oplocení během vegetačních období 2020–2022 . 106
Obr. č. 27: Graf porovnání vlivu oplocení na výšky BK a BO na neožínaných zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS 108
Obr. č. 28: Graf průměrných výškových přírůstů BK a BO na neožínaných zkusných plochách s oplocením a bez oplocení během vegetačních období 2020–2022..... 110
Obr. č. 29: Graf znázorňující počty zaschlých terminálu u jedinců BK a BO na neopocených a oplocených zkusných plochách č. 3 a č. 5 během vegetačních období 2020–2022 111
Obr. č. 30: Graf počtu jedinců BK a BO poškozených zvěří na neoplocené zkusné ploše č. 3 během vegetačních období 2020–2022..... 112
Obr. č. 31: Procentuální poškození jedinců zvěří na neoplocené zkusné ploše č. 3 během vegetačních období 2020–2022 113
Obr. č. 32: Graf porovnání vlivu oplocení na tloušťky BK a BO na neožínaných zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS 116
Obr. č. 33: Graf průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na neožínaných zkusných plochách s oplocením a bez oplocení během vegetačních období 2020–2022..... 118
Obr. č. 34: Graf počtu jedinců borovice napadených klikorohem borovým 119
Obr. č. 35: Graf procentuálního poškození jedinců borovic klikorohem borovým..... 119
Obr. č. 36: Graf počtu jedinců se zaschlými terminály na všech ZKP i HS během roku 2020–2022 122
Obr. č. 37: Graf procentuálního poškození jedinců na všech ZKP i HS během roku 2020–2022 122

Obr. č. 38: Graf porovnání procentuální zdárnosti umělé obnovy na neoplocených zkusných plochách bez ožinu v jednotlivých HS za rok 2020 a 2022 123
Obr. č. 39: Graf porovnání procentuální zdárnosti umělé obnovy na neoplocených zkusných plochách s ožinem v jednotlivých HS za rok 2020 a 2022 124
Obr. č. 40: Graf porovnání procentuální zdárnosti umělé obnovy na oplocených zkusných plochách bez ožinu v jednotlivých HS za rok 2020 a 2022 125
Obr. č. 41: Graf porovnání procentuální zdárnosti umělé obnovy na oplocených zkusných plochách s ožinem v jednotlivých HS za rok 2020 a 2022 126
Obr. č. 42: Graf procentuálního porovnání celkové zdárnosti umělé obnovy na jednotlivých zkusných plochách v HS 45 128
Obr. č. 43: Graf procentuálního porovnání mortality na jednotlivých zkusných plochách v HS 45 během vegetačních období 2020–2022 128
Obr. č. 44: Graf procentuálního porovnání celkové zdárnosti umělé obnovy na jednotlivých zkusných plochách v HS 55 129
Obr. č. 45: Graf procentuálního porovnání mortality na jednotlivých zkusných plochách v HS 55 během vegetačních období 2020–2022 129
Obr. č. 46: Graf procentuálního porovnání celkové zdárnosti umělé obnovy na jednotlivých zkusných plochách v HS 57 130
Obr. č. 47: Graf procentuálního porovnání mortality na jednotlivých zkusných plochách v HS 57 během vegetačních období 2020–2022 130
Obr. č. 48: Graf procentuálního porovnání celkové zdárnosti umělé obnovy na jednotlivých zkusných plochách v rámci všech HS 131
Obr. č. 49: Graf procentuálního porovnání mortality na jednotlivých zkusných plochách rámci všech hospodářských souborů 132
Obr. č. 50: Procentuální zastoupení dřevin na ZKP č. 1 v HS 45 během jednotlivých let výzkumu 135
Obr. č. 51: Procentuální zastoupení dřevin na ZKP č. 2 v HS 45 během jednotlivých let výzkumu 137
Obr. č. 52: Graf porovnání přirozené obnovy mezi ZKP č. 1 a ZKP č. 2 138
Obr. č. 53: Graf porovnání přirozené obnovy mezi ZKP č. 1 a ZKP č. 2 138
Obr. č. 54: Procentuální zastoupení dřevin na ZKP č. 1 v HS 55 během jednotlivých let výzkumu 140
Obr. č. 55: Procentuální zastoupení dřevin na ZKP č. 2 v HS 55 během jednotlivých let výzkumu 142

Obr. č. 56: Graf porovnání přirozené obnovy mezi ZKP č. 1 a ZKP č. 2 143
Obr. č. 57: Graf porovnání přirozené obnovy mezi ZKP č. 1 a ZKP č. 2 143
Obr. č. 58: Procentuální zastoupení dřevin na ZKP č. 1 v HS 57 během jednotlivých let výzkumu..... 145
Obr. č. 59: Procentuální zastoupení dřevin na ZKP č. 2 v HS 57 během jednotlivých let výzkumu..... 147
Obr. č. 60: Graf porovnání přirozené obnovy mezi ZKP č. 1 a ZKP č. 2 148
Obr. č. 61: Graf porovnání přirozené obnovy mezi ZKP č. 1 a ZKP č. 2 148
Obr. č. 62: Graf porovnání zdárnosti přirozené obnovy mezi neoplocenými zkusnými plochami č. 1 v rámci rozdílných HS 149
Obr. č. 63: Graf porovnání zdárnosti přirozené obnovy mezi oplocenými zkusnými plochami č. 2 v rámci rozdílných HS 149
Obr. č. 64: Graf porovnání zdárnosti přirozené obnovy mezi neoplocenými ZKP č. 1 a oplocenými ZKP č. 2 v rámci jednotlivých HS během vegetačního období 2020–2022 .. 150

Seznam tabulek

Tabulka č.1: Zastoupení lesních vegetačních stupňů v LHC Vítkov (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023) 55
Tabulka č. 2: Přehled průměrných ročních klimatických údajů naměřených na MS Červená (ČHMÚ) 57
Tabulka č. 3: Přehled vybraných lokalit 63
Tabulka č. 4: Průměrný výškový přírůst BK na oplocených a ožínaných plochách v HS 45 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022 74
Tabulka č. 5: Průměrný tloušťkový přírůst kořenových krčků BK na oplocených a ožínaných plochách v HS 45 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022 76
Tabulka č. 6: Průměrný výškový přírůst BO na oplocených a ožínaných plochách v HS 55 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022 78
Tabulka č. 7: Průměrný tloušťkový přírůst BO na oplocených a ožínaných plochách v HS 55 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022 80
Tabulka č. 8: Přehled průměrných výškových přírůstů BK a BO na ZKP č. 5 a ZKP č. 6 během vegetačních období 2020–2022 82
Tabulka č. 9: Přehled průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na ZKP č. 5 a ZKP č. 6 během vegetačních období 2020–2022 86
Tabulka č. 10: Přehled průměrných výškových přírůstů BK a BO na ZKP č. 3 a ZKP č. 4 během vegetačních období 2020–2022 91
Tabulka č. 11: Přehled průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na ZKP č. 3 a ZKP č. 4 během vegetačních období 2020–2022 95
Tabulka č. 12: Přehled průměrných výškových přírůstů BK a BO na ZKP č. 4 a ZKP č. 6 během vegetačních období 2020–2022 100
Tabulka č. 13: Přehled poškozených terminálů BK a BO na ZKP č. 4 a ZKP č. 6 během vegetačních období 2020–2022 102
Tabulka č. 14: Přehled průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na ZKP č. 4 a ZKP č. 6 během vegetačních období 2020–2022 105
Tabulka č. 15: Přehled průměrných výškových přírůstů BK a BO na ZKP č. 3 a ZKP č. 5 během vegetačních období 2020–2022 109
Tabulka č. 16: Přehled poškozených terminálů BK a BO na ZKP č. 3 a ZKP č. 5 během vegetačních období 2020–2022 111

Tabulka č. 17: Přehled průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na ZKP č. 3 a ZKP č. 5 během vegetačních období 2020–2022 117
Tabulka č. 18: Přirozená obnova na neoplocené ZKP č. 1 v HS 45 během doby výzkumu 2020–2022 133
Tabulka č. 19: Přirozená obnova na oplocené ZKP č. 2 v HS 45 během doby výzkumu 2020–2022 136
Tabulka č. 20: Přirozená obnova na neoplocené ZKP č. 1 v HS 55 během doby výzkumu 2020–2022 139
Tabulka č. 21: Přirozená obnova na oplocené ZKP č. 2 v HS 55 během doby výzkumu 2020–2022 141
Tabulka č. 22: Přirozená obnova na neoplocené ZKP č. 1 v HS 57 během doby výzkumu 2020–2022 144
Tabulka č. 23: Přirozená obnova na oplocené ZKP č. 2 v HS 57 během doby výzkumu 2020–2022 146
Tabulka č. 24: Náklady na neoplocené zkusné plochy č. 1 s přirozenou obnovou 151
Tabulka č. 25: Průměrné náklady vynaložené na všechny zkusné plochy č. 1 v rámci všech HS 151
Tabulka č. 26: Náklady na oplocené zkusné plochy č. 2 s přirozenou obnovou 152
Tabulka č. 27: Průměrné náklady vynaložené na všechny zkusné plochy č. 2 v rámci všech HS 152
Tabulka č. 28: Vynaložené náklady na neoplocené zkusné plochy č. 3 153
Tabulka č. 29: Vynaložené náklady na neoplocené, ožínané zkusné plochy č.4 s ochranou proti zvěři 153
Tabulka č. 30: Vynaložené náklady na oplocené zkusné plochy č. 5 bez ožinu buřeně ... 154
Tabulka č. 31: Vynaložené náklady na oplocené, ožínané zkusné plochy č. 6 155

Seznam použitých zkratek

BO	borovice lesní
BR	bříza bělokorá
BK	buk lesní
CHS	cílový hospodářský soubor
ČR	Česká republika
ČSR	Československá republika
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DB	dub letní
HS	hospodářský soubor
KL	javor klen
JR	jeřáb ptačí
KRUŠ	krušina olšová
LHC	lesní hospodářský celek
LHP	lesní hospodářský plán
LT	lesní typ
LVS	lesní vegetační stupeň
LP	lípa malolistá
LÍS	líska obecná
MJ	měrná jednotka
IPCC	Mezivládní panel pro změnu klimatu
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
MD	modřín opadavý

OPRL	oblastní plán rozvoje lesů
OL	olše
OOP	opatření obecné povahy
OSSL	orgán státní správy lesů
PHO	pásmo hygienické ochrany vod
PUPFL	pozemek určený k plnění funkcí lesa
PLO	přírodní lesní oblast
SM	smrk ztepilý
SLT	soubor lesních typů
OS	topol osika
TR	třešeň ptačí
ÚHÚL	Ústav pro hospodářskou úpravu lesů
ÚSES	Územní systém ekologické stability
JÍV	vrba jíva
ZKP	zkusná plocha

1. Úvod

Lesy jsou jedním z největších přírodních bohatství a plní mnoho funkcí přínosných nejen pro lidstvo. V posledních letech však čelí velkým změnám a jejich vývoj je stále častěji ovlivňován nebo dokonce zcela narušován různými biotickými či abiotickými vlivy. S touto problematikou je diskutována změna klimatu, její příčiny, dopady na lesní ekosystémy, možnosti adaptace lesů na probíhající změny a hledání možných řešení panující situace (Rotter, Purchart, 2023).

Ať probíhající změny nazýváme jakkoliv, je zřejmé, že v přírodním prostředí dochází k jevům, které dosud nebyly pozorovány. Poslední uplynulé roky byly v našich zeměpisných šířkách jedny z nejteplejších za období dlouhé historie a je dokázáno, že průměrná teplota se stále zvyšuje (Matějka, 2019). Také distribuce srážek v průběhu roku je nerovnoměrná, což ovlivňuje vodní bilanci nejen v lesních ekosystémech (Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, 2021). Na tyto změny se váží další, což vede k fyziologickým změnám dřevin, a to, jak na ně reagují podmiňuje jejich odrůstání, přežití i samotný výskyt.

Odumírání smrkových komplexů lesa a vznik kalamit je úzce spjato právě s klimatickou změnou v kombinaci s historickým způsobem hospodaření, kdy od poloviny 18. století tvořil v českých zemích hlavní hospodářkou dřevinu smrk ztepilý a byl vysazován monokulturně napříč celým naším územím (Remeš, 2006). Původní, lze tvrdit i ekologicky stabilní, listnaté a smíšené lesy, byly upozaděny.

Souhra těchto skutečností vytvořila příhodné podmínky pro přemnožení, rychlý vývoj a rozšíření hmyzích škůdců. K tomuto napomohly již zmiňované, stále častěji působící abiotické vlivy. Takto oslabené smrkové porosty, stresované změnami počasí a napadané hmyzími škůdci postupně chřadnou, odumírají a jsou velkoplošně těženy (Modlinger, Trgala, 2019), s čímž vyvstávají otázky spojené s obnovou lesů po kalamitě.

Po disturbanci lesních porostů vznikají holiny velkých rozsahů. Za poslední roky má bilance holin dynamický nárůst. Během deseti let se plocha vzniklých holin ztrojnásobila a náklady na obnovu se stále zvyšují (Zahradník, 2022). Proto je kladen velký důraz na preferenci přirozené obnovy, kterou ale nelze uplatnit na všech lokalitách a jsou s ní spojená také určitá rizika. Avšak ani umělý a kombinovaný způsob obnovy lesa není zcela bezproblémový.

Na kalamitních holinách často panují extrémní klimatické podmínky, proto musí být brán ohled na volbu dřevin na obnovovaných plochách (Lubojacký et al., 2023), tak aby se do

budoucna co nejvíce omezilo riziko vzniku opětovných kalamit a aby se docílilo stabilnějších lesů. Za tímto účelem by měly být také zváženy navrhnuté adaptační principy a postupy při obnově lesních porostů s přihlédnutím na probíhající klimatickou změnu (Rotter, Purchart, 2023).

Tahle práce má za cíl přispět k řešení dané problematiky a otestovat odlišné způsoby a metody obnovy lesů se zaměřením na kalamitní plochy. Při tomto šetření má také sledovat, evidovat a vyhodnocovat vliv působících faktorů, jako buřeně a zvěře, které jsou při obnově často limitující. Předmětem pozorování byla přirozená obnova v podmínkách třech různých HS v rámci jednoho LHC. Pro srovnání byla v těch samých podmínkách pozorována i umělá obnova s dřevinami bukem lesním a borovicí lesní.

Výzkum byl realizován na LHC Vítkov, který spadá pod státní podnik LČR, s.p. V rámci tohoto LHC již gradace kůrovcové kalamity proběhla. Oblast Nízkého Jeseníku, kde byl výzkum uskutečněn, byl jednou z prvních oblastí postižených kůrovcovou kalamitou na severní Moravě.

2. Cíl práce

Cílem diplomové práce je v teoretické části aktualizace literární rešerše na různé způsoby obnovy lesa se zaměřením na kalamitní plochy a sledování obnovy lesa v HS 45, 55, 57 a zhodnocení vývoje přirozené (spontánní) obnovy lesa v podmínkách oglejených a živných stanovišť vyšších a středních poloh.

Praktická část práce se věnuje samotnému výzkumu, při kterém byly založeny zkusné plochy na třech odlišných kalamitních holinách v rámci jednoho LHC sloužící ke sledování vývoje, zhodnocení a porovnání přirozené a umělé obnovy lesních porostů během tří vegetačních období v podmínkách odlišných HS. Vybrané holiny vznikly v důsledku větrné a kůrovcové kalamity v oblasti vodní nádrže Kružberk a v oblasti Červené hory.

Za účelem výzkumu byly obnoveny všechny zkusné plochy, pro zjednodušení na třech lokalitách nejen z důvodu porovnání umělé a přirozené obnovy, spontánní sukcese, ale také za účelem monitoringu zdravotního stavu jedinců, vyhodnocení vlivu zvěře, útlaku buřeně, mortality a zaznamenávání tloušťkových i výškových přírůstů k porovnání.

Pro tento záměr byly zkusné plochy rozděleny na plochy oplocené a neoplocené, ve kterých byla kombinována umělá obnova buku lesního a borovice lesní s ožinem, bez ožinu a také byly ponechány volné plochy bez zásahu k projevení spontánní sukcese. U neoplocených ploch byly dřeviny navíc chráněny nátěrem proti zvěři.

Předkládaná diplomová práce se zabývá analýzou všech faktorů, které mají vliv na průběh a výsledek přirozené i umělé obnovy kalamitních holin ve třech zvolených HS. Vyhodnocuje se míra úspěšnosti jednotlivých managementů obnov, která vychází z mortality, celkového zdravotního stavu jedinců a ze srovnání tloušťkových i výškových přírůstů dřevin měřených během tří vegetačních období. Za pomocí statistických testů jsou pak odhalovány jednotlivé závislosti.

Konečné výsledky získané z praktické části by měly přinést aktuální informace o vlivu buřeně a zvěře na spontánní sukcesi, uměle založené bukové a borové porosty na oglejených a živných stanovištích vyšších a středních poloh a do jaké míry je úspěšná přirozená i umělá obnova na těchto stanovištích. Výsledky by měly stanovit nejúčinnější a nejefektivnější způsob obnovy v podmínkách daného HS.

3. Rozbor literatury

3.1. Globální změna klimatu

Jednou z největších změn a zároveň i výzev, kterým lidstvo čelí je změna podmínek životního prostředí neboli také globální změny klimatu. Dle MŽP se za změny klimatu považují všechny dlouhodobé změny společně s přirozenými proměnami klimatu a změnami, které způsobují lidé svými činnostmi. Ale nejde jen o činnosti, nýbrž také o aktivity lidí, které způsobují, že je klimatický systém mnohem náchylnější než kdy dříve (Lieblová, Matěja, 2016).

Nesporným faktem je, že se globální změna projevuje zejména nárůstem teploty, což je prokazatelné již od 50. let 20. století, dále zvýšením koncentrace oxidu uhličitého, změnami v rozložení dešťových srážek a dalšími projevy (Liu et al., 2022). Nelze opomenout ani oteplení atmosféry a oceánu, které souvisí s úbytkem sněhu, ledu, což zapříčiňuje i stoupání hladiny moře. Sledované změny nemají obdoby v průběhu posledních desetiletí (IPCC, 2023).

3.2. Klimatická změna, její příčiny a důsledky

Působení lidí na klimatický systém je evidentní a emise vzniklé lidskými činnostmi jsou na nejvyšší úrovni za uplynulou historii. Vysoká úroveň antropogenních emisí skleníkových plynů je zapříčiněna hlavně ekonomickým růstem a rozvojem obyvatelstva (IPCC, 2014). Právě největší množství skleníkových plynů vyprodukují vyspělé země (Pokorný, 2013).

V atmosféře narůstá koncentrace oxidu uhličitého, metanu a oxidu dusného. Je pravděpodobné, že tyto plyny společně s působením dalších antropogenních faktorů mohou být jedním z hlavních důvodů sledovaného oteplování a probíhajících nenávratných změn v ekosystémech (IPCC, 2014). Ve zprávě od Intergovernmental Panel on Climate Change je uvedeno, že zachycené antropogenní emise plynů rychle oteplují klima a očekává se nárůst průměrné teploty o více než 1,5 °C. V důsledku této hrozby provádí mnoho zemí po celém světě na mezinárodní i národní úrovni kroky ke snížení nepříznivých dopadů klimatické změny. Mezi hlavní cíle se řadí například omezení produkce skleníkových plynů, snížení využívání zásob fosilních paliv, hledání zdrojů alternativní energie a další (IPCC, 2023).

Za tímto účelem jsou tvořeny a přijímány různé mitigační a adaptační programy, uzavírány a přijímány mezinárodní rámce a dohody, které by měly přispět k zastavení změn klimatu

nebo alespoň k jejím zpomalením (Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, 2021).

Dle Pokorného (2013) patří k nejzávažnějším dopadům globální změny klimatu tání ledovců, pokles rozlohy zemské pevniny, úbytky půdy díky odlesňování a nadměrnému zemědělskému obhospodařování, degradace půdy působením sucha, zmenšování zásob a dostupnosti pitné vody, ovlivnění ekosystémů posunem vegetačních pásem, vyšší teploty umožňující expanzi škůdců i navýšení jejich početnosti a další.

Nepředpokládá se, že by se z klimatické změny vyvinula přímo ekologická katastrofa. Očekávají se i její kladné přínosy, kterých ale bude pravděpodobně jen málo (Pokorný, 2013). Mohlo by dojít k pozitivní změně v podmínkách zemědělství, zúrodnění půdy, která byla dříve neúrodná, vzniku nových míst k osídlení s příhodnými životní podmínkami atd. Někdy je klimatická změna brána na lehkou váhu, ale nesmí být opomíjená skutečnost, že tato hrozba je aktuálním problémem a prokázané oteplování a další změny již plně probíhají a přinášejí s sebou i velké škody a dopady nejen na lidstvo, ale i na celé ekosystémy (Stejskal, 2012).

3.3. Vliv klimatické změny na lesní ekosystémy

Lesy jsou jedny z nejdůležitějších a nejrozšířenějších ekosystémů na Zemi. Vynikají značnou biologickou produkcí, rozmanitostí a biomasou (Ranasinghe et al., 2021). Všechny tyto aspekty jsou však ohroženy v důsledku změny klimatu, protože je obzvlášť těžké ochránit lesní ekosystémy před jejími účinky kvůli charakteristickému dlouhodobému vývoji lesů, který jim neumožňuje flexibilní adaptaci (Hlásný et al., 2011). Kromě toho každé společenstvo či ekosystém reaguje jinak na lokální změny, které na ně mají větší vliv než globální změny. Právě změna lokálních klimatických podmínek má mnohdy přímé a rozhodující dopady na lesní ekosystémy. Lze hovořit o suchu, vyšších průměrných teplotách a dalších (Matějka, 2019). Mnoho druhů může vyhynout, ztratit příznivé podmínky přirozeného prostředí a na druhou stranu může být navýšen vliv na dynamiku a rozšíření patogenů, škůdců a různých konkurenčních organismů (Cahill et al., 2013).

Mezi hlavní znaky lesních ekosystémů se řadí především jejich schopnost nabídnout velké množství užitečných a potřebných ekosystémových funkcí. Lesní porosty kladně ovlivňují lokální klimatické podmínky, a to zmírněním extrémního počasí, vyrovnáním teplotních rozdílů, snižováním proudění větru, zachycováním a retardací vody a další. Problém je, že

mnoho lesních porostů nesplňuje přirozenou ani doporučenou druhovou, věkovou a prostorovou skladu lesních dřevin, což má často za důsledek jejich ekologickou labilitu. Takové porosty jsou mnohdy stresované abiotickými faktory a tím pádem jsou náchylné k napadení různými biotickými činiteli (Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, 2015).

Kombinací nepříznivých podmínek jsou porosty méně vitální, chřadnou a plnění jejich produkčních i mimoprodukčních funkcí je omezeno (Škodliví činitelé v lesích Česka 2022/2023, 2023).

V lesních ekosystémech je po oceánech uloženo druhé největší množství uhlíku a sekvestrují téměř 20 % emisí uhlíku ročně. Během oteplování se očekává, že bude docházet ke snížení sekvestrace uhlíku, ale dostupnost živin ji bude opět navyšovat (Hlásný et al., 2011).
Růst, vývoj a samotná existence lesů je podmíněna dostupností oxidu uhličitého, který je jednou z hlavních složek pro fotosyntézu, kterou i zvýšená koncentrace tohoto plynu zrychluje. Během fotosyntézy lesní porosty váží vzdušný oxid uhličitý a jsou schopny ukládat uhlík po dlouhou dobu ve své biomase (Pokorný, 2013). Vyšší poměr oxidu uhličitého má nesporně příznivý dopad na růstovou činnost a množství biomasy (Vacek et al., 2022). Avšak vlivem růstu průměrných teplot se současně navyšuje evapotranspirace (Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, 2015).
Předpokládá se, že vyšší hodnoty oxidu uhličitého a dusíku budou působit na průběh uhlíkového cyklu lesa a ukládání uhlíku bude mít vliv na růst lesů ve většině lesních ekosystémech (Hlásný et al., 2011). Obecně se předpokládá, že zvýšená koncentrace oxidu uhličitého také zpomalí a zmírní negativní dopady klimatické změny, což by mělo přinést i obměny v potencionálu stanoviště pro pěstovaní lesů (Vacek et al., 2022).

3.3.1. Klimatická změna v lesích České republiky

Klimatická změna a její vliv na přírodu a krajinu je pozorována i v České republice. I zde je trend zvyšující se průměrné teploty zaznamenáván od 2. poloviny 19. století (Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, 2015). Přibývají dny s extrémními teplotami, stále častější jsou vlny veder, dlouhotrvající sucha, nepravidelné srážkové úhrny, přívalové deště i výskyty požárů. Tyto abnormality budou stále častější a lze předpokládat, že výše uvedené trendy budou stále silnější s postupem klimatické změny (Van Maanen et al., 2021).

V rámci ČR se jeví vhodné pro posouzení vlivů případných klimatických změn na přírodní prostředí využít jako ukazatele vegetační stupně, které vyjadřují interakci průběhů rozdílů vegetace s průběhem rozdílů výškového a expozičního klimatu, zejména na teplotách vzduchu, množství a distribuci vertikálních i horizontálních srážek (Buček, 2001). Principiálně je ve vyšších polohách významným limitujícím faktorem teplota, vody zde bývá poměrně dostatek, kdežto v nižších nadmořských výškách je naopak omezující faktor právě množství srážek (Macků, Kosová, 2020).

Předpokládá se, že změny klimatu, zejména zvyšování průměrné teploty, se projeví právě v posunutí trendu vegetační stupňovitosti. Možný posun vegetačních stupňů ovlivní reciproční vazby mezi jednotlivými druhy, půdní reakci, růstové podmínky pro mnoho dřevin rostoucích na území ČR i jejich samotný areál výskytu (Matějka, Modlinger, 2023). Například u smrku ztepilého se zachování jeho výskytu předpokládá jen v oblastech jeho přirozeného areálu a u buku lesního se předpokládá jeho vymizení v místech jeho ojedinělého výskytu a omezení území růstu, snížení jeho konkurenceschopnosti a produkčního potencionálu (Buček, 2001). Lexer et al., (2000) se domnívají, dle modelu aplikovaného v rakouských lesích, že k prudkému odumírání lesních porostů vlivem klimatické změny nedojde, ale nastanou změny v jejich druhovém složení. Také se předpokládá vliv klimatických faktorů na náchylnost lesních porostů k různým defektům a disturbancím, přičemž se disturbance budou projevovat častěji, bude ovlivněna i jejich délka trvání, rozsah, frekvence a intenzita (Buček, 2001).

3.4. Vliv změny klimatu na lesní hospodářství

Lesní hospodářství a poskytované lesnické služby mají velký význam na tlumení globální klimatické změny, napomáhají chránit lesní půdu a přírodní stanoviště, zdroje vody, zprostředkovávají dřevní hmotu a také přispívají k tvorbě mimoprodukčních funkcí (Bamwesigye, Fialová, 2023).

Dle Pokorného (2013) se klimatická změna týká lesního hospodářství ve dvou jeho hlavních oblastech. Především lze očekávat vliv na růstové a pěstební podmínky lesních porostů změnou stanovištních podmínek. Mezi ty nejvýznamnější stanovištní změny se řadí dostupnost a množství vody v půdě, teplota ovzduší i půdy, prodloužení vegetačního období a další (Wiliamson et al., 2009). Stresované lesy budou na tyto změny náchylnější. K možné prevenci a reakci na tuto skutečnost je zapotřebí znát fyziologické požadavky dřevin a jejich synekologické chování (Lexer et al., 2000).

Nynější činnosti lidské společnosti budou nejspíše vyvíjet tlak na lesní hospodářství zvýšenou poptávkou zejména po mimoprodukčních funkcích lesa (Vacek et al., 2022). A protože jsou lesy považovány za důležité zásobárny, očekává se jejich využití k obchodování s emisemi uhlíku. Tato mimoprodukční funkce lesů spojená s tvorbou „uhlíkové banky" může výrazně motivovat mnoho vlastníků k zalesňování půdy a lesníky může vést ke změně hospodaření (Pokorný, 2013). Problematikou klimatické změny a zvyšováním oxidu uhličitého se zabývá stále více vládních institutů i široká veřejnost, což napomáhá rozvoji „zelené politiky", ze které prosperují především určité zájmové skupiny. Tím se klimatická změna dostala z vědecké vrstvy do politické a podnikatelské sféry. Tyto zájmové skupiny vyvíjí tlak a omezují lesní hospodářství, údajně v celospolečenském zájmu. Na druhou stranu lze spatřovat kladnou stránku této problematiky, a to v možnosti inovačního přístupu k hospodaření v lesích (Podrázský, 2016).

3.4.1. Adaptační opatření v LH ke zmírnění klimatické změny

Často je opomíjená skutečnost, že klima se v minulosti měnilo, i bez vlivu lidí, v současnosti prochází změnami a v budoucnu se určitě ještě měnit bude. Ať již proběhlé nebo probíhající změny vyvolávají různé sociálně ekonomické dopady napříč celou společností, je zrovna na lesnictví svalována část odpovědnosti za reakce široké společnosti (Podrázský, 2016).

S tímto souvisí i nutnost rozvoje adaptačních opatření a potřeba zavedení inovací v přístupech lesního hospodářství (Macků, 2018). Adaptivní lesnické hospodaření by potencionálně mohlo napomoci lesním ekosystémům k adaptaci na převládající nové podmínky, a to se záměrem naplnění hospodářských cílů, plnění požadovaných produkčních i mimoprodukčních funkcí lesů a k omezení degradace lesních společenství (Bolte et al., 2009).

Lesy mají definovanou adaptační kapacitu a ta závisí na resistenci, což je schopnost vstřebávat klimatické změny bez podstatných transformací struktury a dřevinné skladby nebo resilienci, při které jsou lesní porosty schopny přestavby po neočekávaném rozpadu (Vacek et al., 2022).

Brang et al., (2014) poukazuje na oblasti, ve kterých by měly být adaptační strategie lesního hospodářství ke zmírnění klimatické změny posíleny. Jedná se především o zvýšení biodiverzity dřevin, strukturální bohatosti, zachování i navyšování genetické variability

dřevin, zvyšování odolnosti jednotlivých jedinců vůči abiotickým a biotickým stresorům, nahrazení rizikových porostů a uchování zásob lesních porostů na nízké úrovni.

Matějka (2019) uvádí, že změny v přístupu českého hospodaření v lesích by měly především začít u volby druhové skladby lesních porostů a snahy o vyšší diverzitu. Zakládání porostů druhově pestrých a přirozeně vzniklých může omezit širokou škálu problémů do budoucna (Podrázský, 2016). Přirozená obnova lesních porostů je jedním z hlavních adaptačních opatření, a to díky genetické variabilitě a morfologickému přizpůsobení se lokálním podmínkám prostředí a dalším aspektům (Vacek et al., 2022).

Dle Podrázského (2016) v minulosti mnoho dřevin vyskytujících se na našem území čelilo daleko větším změnám klimatu než nyní, a proto by měly být schopné odrůstat, fruktifikovat a reprodukovat se i nadále. Měnící se klima přináší šanci změnit přístupy v zakládání a výchově lesních porostů, a to zejména začleněním ekologicky plastických dřevin i dřevin nepůvodních.

3.5. Chřadnutí lesních porostů

Změny podnebí s sebou přinášejí četné extrémní klimatické jevy, vyšší průměrné teploty, krátkodobá i dlouhodobá sucha, nepravidelné rozložení dešťových srážek, přemnožení hmyzích škůdců i houbových patogenů. V Evropě jsou tyto změny vnímány a považovány za stále významnější abiotické a biotické stresové faktory pro lesy (Bolte et al., 2009).

V lesích České republiky se působení klimatické změny projevuje především zhoršováním zdravotní kondice a stability lesních porostů, zejména v nepůvodních smrkových monokulturách, které jsou centrem produkce dřevní hmoty (Matějka, Modlinger, 2023). Smrk je naší nejvýznamnější dřevinou a jeho rozsáhlý výskyt je dán bohatou škálou využitelnosti a více účelností dřevní hmoty (Slodičák, 2014). Avšak úsilí o stále masivnější produkci této dřeviny, díky jejím vlastnostem, vedla k rozšíření pěstování smrku až za hranici jeho ekologického optima (Jankovský, 2014). Nynější zastoupení smrku rostoucího v podmínkách mimo jeho ekologické nároky ohrožují zejména jarní a letní přísušky, vyšší teploty a nerovnoměrné rozložení dešťových srážek v průběhu roku (Čermák, 2011).

Nevhodné stanovištní podmínky, změny podnebí, snižující se biologická pestrost, využívání nevhodných proveniencí jsou predispozičními faktory smrkových porostů k náchylnosti na napadení houbovými patogeny, hmyzími škůdci i na působení abiotických vlivů

(Vejpustková, 2022). Působení abiotických i biotických činitelů mnohdy představuje mortalitní stresor. Pro monokulturní porosty, hlavně smrkové, představuje nejvýznamnější riziko a stresový faktor sucho, které je jedním z podnětů vyvolávající jejich chřadnutí v podmínkách ČR společně s přemnožením podkorního hmyzu (Slodičák, 2014).

Počáteční znaky chřadnutí smrkových porostů se poprvé začaly projevovat na konci 90. let 20. století v oblasti Slezska a severní Moravy. Významné hynutí a ztrátu vitality utrpěly smrčiny ve vegetačním období roku 2003 (Šrámek et al., 2008). Chřadnutí smrkových porostů se postupně rozšířilo na převážnou část území České republiky, a to především po mimořádně suchém a teplém roce 2015. Tento trend v počasí pokračoval i v dalších letech, což zapříčinilo nevídanou situaci s přemnožením kůrovců na smrku (Zahradník, 2019).

Dle Duška (2016) je chřadnutí lesních porostů, vlivem klimatické změny, disturbancí, která je nedílnou součástí vývoje lesů a není možné jí potlačit či zcela zabránit, ale je možné si z ní vzít ponaučení. Za disturbanci jsou považovány síly, které utvářejí lesní ekosystémy, a to neustálým stresem nebo nepravidelnými událostmi s odlišnou intenzitou. Pod pojmem kalamita je označována taková disturbance lesů vyvolaná působením abiotických nebo biotických faktorů, která má za následek narušení fungování lesnického hospodaření (Modlinger, Trgala, 2019).

3.5.1. Abiotičtí škodliví činitelé

Kalamity, které jsou způsobené abiotickými škodlivými činiteli jsou pokládány za nejvýznamnější disturbance působící škody v lesích. Jedná se především o škody způsobené větrem, suchem, mrazem, sněhem, námrazou a ledovkou (Simanov, 2022).

Nejvýznamnějším abiotickým činitelem, který způsobuje na lesních porostech největší škody je vítr, a to hlavně v uniformních jehličnatých porostech, na oglejených a živných stanovištích (Waisová, 2011). Intenzita výskytu větrných kalamit má čím dál rychlejší trend a předpokládá se, že vichřice se budou objevovat stále ve větší frekvenci. Mezi nejsilnější vichřici v nedávné době, která významně zasáhla lesní porosty v České republice se řadí Eberhard v roce 2019 a Sabine v roce 2020 (Simanov, 2022). Druhým abiotickým činitelem podílejícím se významně na škodách je sucho, a především jeho lokální přetrvávání (Rychtecká, Ubrančová, 2008).

Z posledních dostupných souhrnných dat za uplynulý rok 2022 tvořily nahodilé těžby v důsledku abiotických vlivů přibližně 6,6 mil. m^3, což představuje v porovnání s rokem

2021 zanedbatelný nárůst o 0,5 mil. m^3. Největší podíl cca 73 % tj. 4,79 mil. m^3, má na tomto množství vítr a jako druhé sucho, v jehož důsledku bylo vytěženo cca 1,59 mil. m^3 (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2022, 2023). Podíl na objemu nahodilých těžeb v důsledku abiotických faktorů se udržuje na nižší úrovni než v případě objemu těžeb způsobených biotickými činiteli (Škodliví činitelé v lesích Česka 2022/2023, 2023).

3.5.2. Biotičtí škodliví činitelé

Mezi škodlivé biotické činitele, kteří ovlivňují růst a vitalitu lesních porostů se řadí houbové patogeny, bakteriální onemocnění, hmyzí škůdci, zvěř, hlodavci, buřeň a další. Výskyt škod způsobených biotickými činiteli má typický sezónní charakter. Rozsah a intenzita škod se odvíjí od vitality lesních dřevin a zvoleném způsobu hospodaření. Často má poškození ohniskový charakter a jeho rozsah se odvíjí od vývoje počasí, zdravotní kondice lesních porostů a způsobů hospodaření (Waisová, 2011).

Mezi významné houbové patogeny, působící největší škody na smrkových porostech, se řadí václavka smrková (*Armillaria ostoyae*). Kromě smrku napadá také borovici (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021, 2022).

K rozvoji houbových patogenů napomáhá zhoršená vitalita a obranyschopnost lesních porostů (Simanov, 2022). Během roku 2022 bylo evidováno cca 170 tis. m^3 dříví napadeného václavkou, což je téměř o polovinu méně než v roce 2020 (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2022, 2023).

Pozornost by měla být věnována také na šíření introdukovaných chorob, fytopatogenů a různých hmyzích škůdců, které můžou mít globální dopady a představují významnou hrozbu pro lesnictví i další ekosystémové služby (Mwangi et. al., 2023).

Zpravodaj o ochraně lesa uvádí, že největší škody z biotických činitelů způsobuje přemnožený podkorní hmyz, a to zejména lýkožrout smrkový (*Ips typhographus*). Přemnožení tohoto druhu je jedním z důvodu přetrvávající kůrovcové kalamity. Objem dříví napadeného hmyzem se v lesích České republiky velmi rychle zvyšoval v krátkém časovém horizontu. V roce 2015 tvořil objem napadeného dříví pouze 2,31 mil. m^3 a o pět let později v roce 2020 již stoupl na 26,24 mil. m^3 (Hlásny et al., 2021).

3.6. Kůrovcová kalamita

Za poslední uplynulé roky extrémně vzrostla intenzita škod na lesních porostech působených mnoha činiteli. Existuje trend mezi náchylností lesů a probíhající klimatickou změnou, kdy jsou v jejím důsledku omezeny obranné schopnosti lesních dřevin vůči hmyzu (Forzieri et al., 2021). Právě podkorní hmyz velmi rychle využívá změn podnebí, vyšší teploty urychlují jeho vývoj a zvyšují množství pokolení během roku. Změny přispívají také ke sjednocení gradací škůdců v jednom čase na rozsáhlých plochách (Hlásny et al., 2021). Modlinger (2019) poukazuje na fakt, že hmyzí škůdci se významně podílejí na vzniku rozsáhlých kalamit.

Kromě klimatických změn má na tuto situaci s přemnožením hmyzu také vliv nevhodná druhová skladba lesních porostů s vysokým podílem přestárlých smrkových porostů, založených a rostoucích na nevhodných stanovištích. Jednou z možných příčin může být také neflexibilní realizace prací, málo pracovníků v lesnictví a neodpovídající postupy v ochraně lesa (Modlinger, Trgala, 2019).

V minulosti českého lesnictví byly průběžně zaznamenány rozsáhlé gradace lýkožrouta smrkového (*Ips typhographus*), které vedly k rozsáhlým kalamitám ve smrkových porostech již od 19. století. Důvody vzniku kalamit byly různé, jejich výskyt, rozsah i délka trvání byla odlišná. Počátkem stále přetrvávající kalamity se ale uvádí rok 2003, který byl velmi suchým a teplým, což vedlo k intenzivnímu přemnožení lýkožrouta smrkového (Zahradník, 2019).

V roce 2022 bylo na území České republiky zaevidováno přibližně 8,3 mil. m^3 smrkového dříví napadeného kůrovcem. Oproti předcházejícímu roku 2021 se objem snížil téměř o dvě pětiny. Mezi nejvýznamněji škodící kůrovce se typicky řadí lýkožrout smrkový doprovázen lýkožroutem lesklým a na převážné části našeho území i lýkožroutem severským (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2022, 2023).

Rok 2022 lze na základě převládajícího chladnějšího, na srážky bohatšího počasí a nasbíraných dat označit jako příznivý na vývoj kůrovcové kalamity, a to především díky suchu, která převládalo mimo významnou část vegetačního období. Klesající trend vývoje kůrovcové kalamity přetrvává, ačkoliv se objem kůrovcové těžby snižuje, pořád zůstává na vyšší úrovni (Šrámek, Novotný, 2023). Krom vývoje počasí se na zmírnění průběhu kalamity podílí i socio-ekonomické okolnosti. Mezi ty se řadí zejména vyšší poptávka po dřevní

hmotě, což má za důsledek omezení dlouhého skladování dřeva v lese a zvýšení ekonomického výnosu z jeho prodeje (Zahradník, 2022).

Převážná část České republiky přetrvává v kalamitním stavu a tento stav stále není zcela pod kontrolou a pokud dojde k synchronizaci více nepříznivých situací najednou může dojít k pozastavení pozitivního vývoje kalamity, který je sledován za poslední dva roky (Lubojacký et al., 2023).

3.6.1. Dopady kůrovcové kalamity

Přemnožení určitých druhů podkorního hmyzu dosahuje značných rozměrů, které mají vliv na koloběh živin v naší krajině, spontánní sukcesi a také mají významné ekonomické a politické důsledky (Nikoliv et al., 2014). Kůrovcová kalamita výrazně změnila podobu krajiny, narušila fungování lesních ekosystémů, biochemické cykly a strukturu lesních porostů. Tato disturbance má stupňovitý účinek, při kterém na sebe jednotlivé procesy navazují (Kajba et al., 2015). Přemnožení kůrovců omezuje primární produkci porostů krátce po napadení, tím se omezuje jejich schopnost absorbovat a ukládat uhlík kvůli úbytku asimilačních orgánů, a to má vliv i na celkový vodní režim. Také výroba dřeva je záporně ovlivněně kalamitou, a to z důvodu předčasného smýcení stromů, znehodnocením dřevní hmoty zmodráním a zvýšení ekonomických výdajů na těžbu i obnovu lesních porostů (Hlásný et al., 2019).

V důsledku kůrovcové kalamity uhynulo mnoho lesních porostů na stovkách až tisících hektarech lesní půdy (Gandhi et al., 2022), a ačkoliv jsou kůrovci považováni za jeden ze škodlivých činitelů, který je součástí přirozené dynamiky lesa, má jejich přemnožení různé dopady na změny v lesních ekosystémech (Hlásný et al., 2019) a představuje vlivem klimatických změn závažný a dlouhodobý problém v mnoha oblastech. Tento fakt ohrožuje odolnost lesů a také faunu a flóru, jejichž existence je na lesích závislá. Vznik mezer v korunovém zápoji, změny v odtokových poměrech a zvýšení množství mrtvého dřeva ovlivňuje dostupnost zdrojů z půdy dalším organismům. Například otevřením korunového zápoje se zvýší množství světelného zdroje, vody a živin, což vede k rozvoji bařeně, která ovlivňuje následnou regeneraci lesa. Obecně mají jednotlivé druhy dřevin specifické reakce na probíhající změny (Gandhi et al., 2022).

Stále častěji vnímáme, že kůrovcová kalamita může mít i kladné přínosy. Na lokalitách, kde byl v minulosti záměrně vysazován smrk na úkor přirozené druhové skladby, napadení

kůrovce zrychlí a napomůže obnovit druhy dřevin stanovištně vhodnější. Ve výsledku tedy mohou vzniknout druhově a strukturálně bohaté lesní porosty (Hlásný et al., 2019). Některé druhy prosperují z vyššího průniku světla, dostupnosti zdrojů v půdě, objemu mrtvé biomasy a pro některé to má naopak negativní dopad (Gandhi et al., 2022). Stále častěji je pozorována rychlejší obnova biodiverzity a fungování lesního ekosystému po této přírodní disturbanci v lesích, v kterých bylo v minulosti intenzivně hospodařeno (Beudert et al., 2015).

S probíhající kalamitou je také spojeno vysoké riziko požárů v lesích, zejména v často navštěvovaných oblastech lidmi (Kajba et al., 2015). Na kalamitních plochách představují velké riziko pro vznik a šíření požárů nahromaděné kmeny, zlomené, vyvrácené stromy se suchým jehličím, které se rychle stávají snadno zápalné, těžební zbytky po zpracování ploch a další. Hrozbou jsou i neobhospodařované lesy a lesy s velkým množstvím mrtvého dřeva. Kalamitní plochy jsou obtížně uhasitelné díky časté neprůchodnosti. Oheň se také velmi rychlé šíří hlavně v případě výskytu buřeně, která je typická pro kalamitní holiny (Hlaváč, Chromek, 2016).

3.6.2. Kalamitní holiny

Simon a Vacek (2008) definují holinu jako lesní pozemek, který je určený k plnění funkcí lesa a byl odlesněn z důvodu mýtní nebo nahodilé těžby a prozatím nebyl zalesněn. Holina by měla být nazývána kalamitní v případě kdy vznikne právě nahodilou těžbou (Martiník, 2015). Ke snižování výměry holin dochází buď umělou, přirozenou či kombinovanou obnovou a aby bylo možné vést řádný přehled o úbytcích nebo přírůstcích holin, vypracovává se každý rok bilance holin. Z bilance holin se následně vychází při tvorbě plánu zalesnění na daný rok (Poleno et al., 2007).

Dle Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2022 (2023) bylo na začátku roku 2022 evidováno celkem 76 592 ha holin. Obnovou holin byla výměra na konci roku 2022 snížena na 67 720 ha.
Aktuální situace s vysokou výměrou neobnovených holin, především po kůrovcové kalamitě, je špatná a je vyvíjen silný tlak a nároky na lesní hospodářství, a to v ohledu na zalesnění, množství kvalitního sadebního materiálu, ale i na ochranu zalesněných ploch a následnou výchovu mladých lesních porostů (Ambrož, 2021).

Obnova holin má i své lhůty ukotvené v lesním zákoně č. 289/1995 Sb., ve kterém je uvedeno, že každá holina musí být do dvou let zalesněna a následné lesní porosty na ní musí

být zajištěny do sedmi let od jejího vzniku. Ve výjimečných případech může orgán státní správy lesů schválit delší lhůtu (Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů).

3.7. Obnova lesa

Pojem obnova lesa je definován jako proces, v němž jsou nahrazovány nynější lesní porosty, zpravidla dospělé, novou generací lesních dřevin. Zahájení obnovy ovlivní v budoucnu druhovou skladbu a kvalitu nově vzniklého porostu (Kantor et al., 2014). Obnova lesních porostů a jejich následná ochrana je zásadní pro to, aby byly zmírněny dopady odlesňování napříč celým světem, eliminována degradace půdy, zpomalována klimatická změna a zachována biologická rozmanitost (Resende et al., 2023).

Obnova lesa se řadí mezi nejdůležitější úkony v rámci oboru pěstování lesa a je rozhodující fází, při které se zároveň vytváří predispozice pro účelné lesnické hospodaření a jeho budoucí výsledek v nově vzniklém porostu (Poleno, 1992). Rozlišuje se více druhů způsobu obnovy. Délka času trvání obnovy se odvíjí od aplikovaného hospodářského způsobu a jeho formě, realizaci, stavu a struktuře mateřského porostu a zároveň se také podílí na spoluutváření podmínek racionálního hospodaření (Vacek et al., 1995).

Prioritním cílem při zakládání nového lesního porostu by mělo být vytvoření vitálního, kvalitního a geneticky různorodého lesa s přihlédnutím na stávající podmínky prostředí (Vacek et al., 1995). K naplnění tohoto záměru je nutné znát geologické a typologické poměry dané lokality, rizika, kterým jsou porosty vystaveny, jejich stav a odolnost, složení půdy a další. Holiny, které vzniknou v důsledku kalamity či jiné disturbance se často začínají přirozeně obnovovat, avšak druhové složení nemusí splňovat obnovní cíl ani žádoucí druhovou skladbu, a proto je vhodné dobře vyhodnotit odstranění nebo ponechání této přirozené sukcese. Na druhou stranu můžou přirozeně zmlazující se druhy dřevin přispívat k plnění významných funkcí podporující obnovu lesních porostů, ale je nutné regulovat jejich růst (Mauer, 2009).

Snahou je, aby byly nově obnovené porosty schopny se adaptovat na probíhající změny klimatických podmínek prostředí, aniž by byla výrazně narušena jejich ekologická rovnováha (Vacek et al., 1995).

Vacek et al., (1995) člení obnovu lesních porostů, dle způsobu tvorby nové generace lesa, na dva primární a jeden sekundární druh. Mezi primární druhy se řadí přirozená a umělá obnova. Za sekundární je považována kombinovaná obnova lesa.

V případě přirozené obnovy je přítomný mateřský porost plynule nahrazován následným, nově vznikajícím porostem, který se může vyvíjet generativně nebo vegetativně. Při umělé obnově vzniká následná generace lesa nejčastěji sadbou či síjí (Saniga, 2007). Spojením těchto dvou druhů obnovy v rámci jednoho porostu vzniká tzv. kombinovaná obnova (Vacek et al., 1995).
Volba způsobu obnovy lesních porostů záleží na aplikovaném postupu vytváření nového porostu, stavu obnovovaného lesního porostu a na podmínkách stanoviště, zvolené formě obnovního postupu, prostorového a časového rozvržení obnovy i na výměře obnovované části lesa (Kantor et al., 2014).

V hospodářských lesích se využívají tři hlavní formy obnovních postupů:
- Obnova clonná
- Obnova holosečná
- Obnova okrajová (násečná)

Častokrát je nutné aplikovat v určité fázi obnovy dva nebo i všechny tři obnovní postupy, tak aby byl splněn stanovený obnovní cíl konkrétního lesního porostu (Vacek et al., 1995).
Časový horizont průběhu obnovy je různý. Na základně trvání obnovní doby ji dělíme na krátkodobou a dlouhodobou obnovu. Při krátkodobé obnově je vymezena její délka trvání do 30 let a při dlouhodobé obnově od 30 let výše. Dále se podle velikosti rozlohy obnovovaného porostu dělí formy obnovy na velkoplošné a maloplošné (Peřina et al., 1964).

3.7.1. Historie obnovy lesa

V minulosti nastávaly často situace, kdy byl výrazně pociťován nedostatek dříví. Tento nedostatek směřoval lesnictví k záměru, aby nebylo spoléháno při obnově lesa pouze na přírodní procesy, ale vedl k postupnému zavádění zásad hospodářského využívání lesních porostů. První kroky spočívaly v úmyslném zalesňování odlesněných pozemků, ve snaze zajistit opětovnou produkci dříví. Po čase se začalo lesnictví soustředit i na samotnou pěstební výchovu, ochranu lesních porostů a plánování lesnických opatření v dlouhodobějším horizontu. Lze říct, že vlivem nedostatku dřeva byla společnost motivována k řádné péči o lesy i ke zlepšení jejich vitality (Simanov, 2022).

3.7.2. Legislativa v obnově lesa

Problematika obnovy lesa je řešena především v zákoně o lesích č. 289/1995 Sb., ve kterém je vymezen pojem obnova lesa, její základní parametry, zákonné lhůty a další časové údaje. Ze zákona vyplývá závazek pro vlastníka lesa obnovovat porosty stanovištně odpovídajícími druhy dřevin, následně o ně nepřetržitě pečovat a vychovávat za účelem lepšího stavu, plnění funkcí lesa a navyšování rezistence.

V případě holosečí jsou v lesním zákoně stanoveny rozměry, které nesmí být bez výjimky orgánu státní správy lesů překročeny. U holé seče nemůže její plocha překročit 1 ha a šířka nesmí přesáhnout dvojnásobek průměrné výšky obnovovaného porostu. Jiná šířka platí na exponovaných stanovištích, kde zákon povoluje šířku do jednonásobku průměrné výšky těženého porostu. Šířka holé seče je bez omezení pouze při dotěžení zbytků porostu do 1 ha. Vlastník lesa má nárok v určitých situacích a v opodstatněných případech, žádat OSSL o výjimku ze stanovené velikosti nebo šířky holé seče, což se týká lokalit na HS přirozených lužních stanovišť, kde lze výměru holé seče stanovit do 2 ha a na dopravně nepřístupných horských svazích překračující délku 250 m. Další holou seč je zakázáno přiřazovat k nezajištěným porostům nehledě na vlastnické hranice pozemků, v případě, kdy by nastalo, že plocha nezajištěných porostů by přesáhla vymezenou velikost a šířku dle § 31 odst. 2) lesního zákona.

Dále lesní zákon nepovoluje snížení zakmenění porostu pod 0,7 plného zakmenění, pokud není snižováno zakmenění úmyslně z důvodu obnovy mateřského porostu či zpevnění porostu (Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů).

Obnovy lesa se dotýkají i další související zákony, vyhlášky a závazné dokumenty. Významná je vyhláška č. 456/2021 Sb., která stanoví zásady pro přenos reprodukčního materiálu lesních dřevin, podrobné informace o jeho evidenci a původu, podává podrobnosti o zalesňování stanovišť a upravuje podmínky pro zalesnění kalamitních holin, stanovuje minimální počty obnovovaných nebo zalesňovaných jedinců na 1 hektar. Také vymezuje podmínky pro obnovený a zajištěný lesní pozemek. Uvádí závazný minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin. U kalamitních holin přesahující dovolenou velikost holé seče připouští nerovnoměrné rozmístění jedinců na ploše (Vyhláška č. 456/2021 Sb. o podrobnostech přenosu reprodukčního materiálu lesních dřevin, o evidenci a původu reprodukčního materiálu a podrobnostech o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa).

Důležitá je i vyhláška č. 84/1996 Sb., o lesním hospodářském plánování a vyhláška č. 298/2018 Sb. o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů, která vymezuje hospodářské soubory (Vyhláška č. 84/1996 Sb., Ministerstva zemědělství o lesním hospodářském plánování).

3.7.2.1. Změny v legislativě ve vztahu k obnově kalamitních holin

V případě mimořádných okolností, které mají charakter kalamit, může Ministerstvo zemědělství vydat v souladu s § 51a) zákona č. 289/1995 Sb., o lesích, opatření obecné povahy s cílem minimalizace škod na lesních porostech. Opatření obecné povahy zahrnují mimořádné kroky, jimiž se účelně uvolňují dosavadní pravidla a zákonné lhůty. OOP rozdělují opatření na dvě úrovně.

Opatření platící v první úrovni zahrnují veškeré lesy v České republice, kromě národních parků. Druhá úroveň se skládá z doplňkových opatření, které platí jen pro tzv. červenou kalamitní zónu. Tato zóna pokrývá katastrální území, na kterých je denzita populace kůrovců na nejvyšší úrovni a také zahrnuje nejrozsáhlejší plochy kůrovcových stromů a kůrovcových holin (Mlčoušek et al., 2020).

Kůrovcová kalamita je spojena s mnoha problémy, ať už se jedná o nutnost zalesnění velkoplošných holin, nepříznivý ekonomický dopad na vlastníky lesů, chybějící materiální i lidské zdroje a další. Jako reakcí na nastalé komplikace bylo přijaty legislativní změny formou opatření obecné povahy. Aktuálně jsou od 1.01.2023 účinné OOP vydané Ministerstvem zemědělství pod č.j. MZE-59640/2022-MZE-16212 s vylišením katastrálních území nacházejících se v tzv. červené zóně.

Platné opatření obecné povahy připouští v kalamitních oblastech zalesnění holiny vzniklé následkem nahodilé těžby do 5 let a zajištění porostů na nich rostoucích do doby 10 let od jejího vytvoření.
V případě velkoplošných kalamitních holin s výměrou nad 2 ha, které se nacházejí ve vymezených „červených zónách“ katastrálních územích se dovoluje ponechání odlesněných pruhů s šířkou do 5 metrů se vzdáleností mezi nimi minimálně 20 metrů. Pokud se kalamitní holina nachází na okraji lesa, lze nechat nezalesněný pruh do šířky 5 metrů z důvodu tvorby porostního pláště.

Účinnosti nových OOP byla od 1.01.2023 zrušena povinnost vlastníků lesů ve stanovených územích využívat jako obranné opatření lapače a lapáky. Dále také byla ukončena možnost využití reprodukčního materiálu z jakékoliv přírodní lesní oblasti a nadmořské výšky.

3.7.3. Příprava ploch a půdy pro obnovu lesa

Často je míra zdaru obnovy porostů predisponována přípravou stanoviště, bez které ji mnohdy nelze uskutečnit nehledě na to, zda bude využita přirozená nebo umělá obnova (Poleno et al., 2009).

Hlavní cíl veškerých realizovaných příprav ploch k zalesnění tkví ve vytvoření nejpříhodnějších podmínek pro růst a vývoj jedinců na obnovovaném stanovišti (Černý et al., 1995). Těchto vhodných podmínek lze docílit odstraněním agresivní buřeně limitující obnovu, úpravou chemismu a fyzikálních vlastností půdy, napomáháním rozložení surového humusu a vylepšováním mikroklimatických poměrů (Kovář et al., 2013).

Obecně spočívá příprava stanoviště před obnovou v odstranění těžebních zbytků, nežádoucích dřevin, někdy také pařezů, přichystáním půdy a odstraněním buřeně (Kudláček, 2019).

Provedení přípravy stanoviště je různé, odvíjí se od převládajících půdních podmínek, vegetačního pokryvu a uvažované technologii obnovy. K přihlédnutí ke způsobu a samotnému provedení se příprava rozděluje na mechanickou, biologickou a chemickou (Mauer, 2009).

Mechanická příprava ploch spočívá ve využití široké škály mechanizačních prostředků s přihlédnutím k výměře obnovovaného stanoviště a převládajícím půdním podmínkám na daném místě (Poleno et al., 2009). Na vytěžených plochách se často nachází velké množství těžebních zbytků – klestu. Po biologické stránce by bylo vhodné nechat určité množství těžebních zbytků na ploše, protože jejich rozkladem se tvoří humus, který obohacuje půdu. Vrstva klestu také může na určitou dobu zmírnit růst buřeně, zlepšit vodní režim povrchových sfér půdy a může mít také vliv na povětrnostní poměry dané lokality. Ponechávání těžebních zbytků na ploše má i své negativa, a to možnost přemnožení škodlivých druhů hmyzu, ztížení pěstební péče o nově vzniklé porosty a zhoršené podmínky po ujímání a odrůstání přirozeného zmlazení (Mauer, 2009). Těžební zbytky se mohou pálit, což je nevhodný způsob likvidace, ukládat do valů nebo se mechanicky odstraňovat, například pomocí shrnovačů klestu, drtičů nebo štěpkovačů. Podmínkou pro zdárné nasazení mechanizace je odpovídající únosnost terénu a pařezy do určité výšky (Burešová, 2018).

Po likvidaci těžebních zbytků přichází mechanická příprava půdy, která se uskutečňuje z důvodu zlepšení její fyzikálních poměrů. Mechanická příprava půdy může být ruční při níž je odstraněna buřeň a promíchána humusová vrstva s minerální vrstvou nebo mechanizovaná při které se používají zemědělské nebo lesnické pluhy, frézy, diskové brány i různé jamkovače (Burešová, 2018).
Půdu je možné upravit celoplošně, v pruzích, brázdách či jamkách. Provedení přípravy lze provést ručně, ale plně převládají mechanizační technologie. Stejně jako příprava ploch tak také příprava půdy se odvíjí od stanovištních i porostních podmínek s přihlédnutím k druhu dřeviny, kterou bude daná holina zalesněna (Kantor et al., 2014).

Chemická příprava stanoviště se provádí především s cílem dosažení odpovídajícího poměru zastoupení živin v půdě, eliminace nežádoucí a agresivní buřeně. Upravení množství živin v půdě se provádí hnojením a vápněním. Uplatňují se hnojiva organického nebo minerálního původu (Mauer, 2009).
Buřeň pokrývá půdu, čímž brání úspěchu přirozené i umělé obnovy, zejména omezováním ujmutí a odrůstání sazenic a semenáčků (Vopravil et al., 2017). Pro potlačení a likvidaci nežádoucí vegetace se aplikují herbicidní přípravky, dle seznamu povolených přípravků a jejich použití se odvíjí od funkce lesních porostů a od vymezených ochranných zón (Kantor et al., 2014). Nesmí být opomenuty i příznivé vlivy buřeně, proto by neměla být vždy zcela úplně odstraněna (Mauer, 2009).Samotná aplikace chemických přípravků a hnojiv se provádí celoplošně nebo pomístně pomocí mechanizačních strojů a dělá se obvykle zároveň s mechanizovanou přípravou půdy (Kantor et al., 2014). Pro lesnictví je zásadní uplatňovat chemické prostředky jen jako doplňkové a snažit se o omezení jejich využití pouze v případech, které jsou odůvodněné a buřeň zcela brání zdárnému přirozenému zmlazení, zalesnění či odrůstání výsadeb (Mauer, 2009).

Biologická příprava půdy se hlavně provádí za účelem likvidace buřeně, tvorby příznivých mikroklimatických podmínek, úpravy a vytvoření příznivých fyzikálních i chemických poměrů v půdě, zrychlení humifikace, přidání organických látek a zlepšení biologické aktivity půdy. Biologická příprava má také funkci krycí, čímž brání půdu před klimatickými výkyvy, vlivem imisí a zvěře. Provádí se výsadbou přípravných porostů, neobvyklým způsobem použití různých hub či mikroorganismů a následným vpravením pomocných látek do půdy (Mauer, 2009).

Přípravné porosty jsou nejvyužívanější biologickou přípravou stanoviště. Druhy dřevin, které jsou vysazovány jako přípravné mají charakteristický pozitivní vliv na mikroklimatické poměry dané plochy díky jejich melioračním schopnostem kořenového systému, přizpůsobení se růstu i v nepříznivých podmínkách a opadem zúrodňující půdu (Mauer, 2009). Většinou se jedná o přípravné dřeviny s pionýrskou strategií růstu. Typické jsou olše, lísky, jeřáby, břízy, vrby a další. Výběr dřevin však musí být prováděn vždy s ohledem na jejich ekovalenci (Kovář et al., 2013). Po naplnění jejich účelu jsou obvykle odstraněny (Mauer, 2009). Tato biologická příprava ploch před zalesněním se využívá v lokalitách, u kterých musí být nejprve zlepšeny mikroklimatické poměry a vodní režim půdy, až následně se vysazují cílové dřeviny. Jedná o se mrazové, zamokřené a zabuřeněné lokality, často na extrémních či exponovaných místech (Kovář et al., 2013).

Kantor et al., (2014) uvádí, že mnohdy je biologická příprava stanoviště podceňována, ačkoliv samotným snížením zakmenění v mateřském porostu dojde ke zvýšení přístupu světla, tepla i dešťových srážek ke svrchním vrstvám půdy, což má stejné účinky jako při využití přípravných porostů.

3.8. Umělá obnova lesa

Již v dávné historii byly zaznamenány první poznatky o umělé obnově lesních porostů. Její účelný rozvoj je spjat se začátkem plánovaného hospodaření v lesích, které probíhalo od 2. pol. 18. století, v důsledku řešení problematiky zalesňování velkého množství holin, vzniklých nadměrnou těžbou a ničení přirozených lesů (Kantor et al., 2014).

V lesnicky obhospodařovaném lese je možné umělou obnovu formulovat jako umělý proces tvorby nové generace lesa, a to buď sadbou semenáčků a předem vypěstovaných sazenic nebo generativně síjí a podsíjí semen a plodů vybraných dřevin na předem připravené stanoviště (Kantor et al., 2014).

Při určitých formách hospodaření, například v topolovém hospodářství, lze uplatnit i vegetativní výsadbu řízků, řízkovanců i jiných vegetativně napěstovaných jedinců (Simon, Vacek, 2008). Vacek (2006) ve svém výkladovém slovníku uvádí, že umělá obnova vzniká cílevědomou aktivitou lesního hospodáře a zcela dominuje u holosečné obnovy lesních porostů. V případě clonných sečí se pak umělá obnova provádí pomocí podsadeb a podsíjí (Kantor et al., 2014).

Umělou obnovu lze chápat jako proces při kterém by měl být nalezen určitý kompromis mezi biologickými, technickými a ekonomickými hledisky, z nichž nejvýznamnější a zároveň limitující jsou biologické aspekty. Pokud ty nejsou dodrženy, a to například výsadbou neodpovídajících druhů dřevin, použitím nekvalitního a geneticky nevhodného sadebního materiálu, nedostatečnou nebo špatnou následnou pěstební výchovou vzniklých kultur, je často obnova nezdárná (Mauer, 2009).

Proto je vždy nutné dbát na odpovídající volbu druhů dřevin k obnově, aby byl sadební materiál kvalitní a geneticky vhodný. Také je rozhodující pečlivý postup při zalesnění, důkladné a pravidelné provádění následných pěstebních zásahů. Všechny tyto aspekty rozhodují nejen o úspěchu umělé obnovy, ale také o kvalitě budoucího lesního porostu a plnění jeho funkcí na mnoho let dopředu (Mauer, 2009).

Umělá obnova převažuje v podmínkách českého lesního hospodářství nad přirozenou obnovou. V roce 2021 bylo uměle obnoveno 40 679 ha. V následujícím roce 2022 výměra mírně klesla na 39 970 ha. V případě přirozeně obnovených lesních porostů jejich výměra stoupá, téměř každý rok. V roce 2022 byla přirozená obnova využita na 10 088 ha, což představuje nárůst oproti roku 2021, kdy bylo přirozeně obnoveno 9 111 ha lesních porostů (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2022, 2023).

3.8.1. Obnova lesních porostů síjí

U obnovy lesa síjí by měly být využívány především dřeviny, které plodí opakovaně a v hojném množství. Tímto jsou charakteristické určité druhy dřevin jako jsou břízy, olše, javory, anebo druhy s velkými plody, které mají hypogeické klíčení. Tato vlastnost je typická pro plody dubů a ořešáků (Vacek et al., 2020).

Většinou se doporučuje provádět síji teprve po provedené přípravě půdy, aby byly zajištěny odpovídající podmínky pro klíčení semen a jejich další vývoj (Vacek et al., 2020). Příprava půdy se odvíjí od vybrané formy síje, kterých je hned několik (Mauer, 2009).

Například misková síje se uplatňuje u malých semen a výsev se provádí do ručně nebo půdní frézou přichystaných plošek. V případě větších výměr se používá rýhová síje, která se hodí k setí bukvic, žaludů a případně i borovicových semen. Půda se před chystá za pomocí rýhovačů a následný výsev se provádí ručně či mechanicky. Smrková, borovicová a modřínová semena se vysévají v pruzích vytvořených diskovými branami či frézami, v takovém případě se jedná o pruhovou síji. U bodové síje se obvykle nepřipravuje půda,

protože se vysévají velké plody jako jsou ořechy, žaludy, kaštany, které se pouze vloží do motykou vyhloubeného důlku v půdě. Na nejrozsáhlejších plochách s ohledem na druh vybraného osiva se uskutečňuje celoplošná síje do nepřipravené půdy. Tento druh síje se uplatňuje v případě setí březových semen k vzniku přípravných porostů na velkoplošných holinách (Vacek et al., 2020).

Síje se uskutečňuje zejména v jarním nebo podzimním období. Při jarním výsevu hrozí síji přísušky nebo poškození mrazy, na podzim je síje ohrožena houbovými patogeny a dalšími škůdci (Kudláček, 2019).

Díky mnoha nevýhodám, jako je dlouhá doba odrůstání, náchylnost osiva a posléze i semenáčku k hynutí kvůli špatným tepelným a vzdušným poměrům v půdě, ekonomicky nákladnému osevnímu materiálu a škodám, které působí černá zvěř, ptáci, hlodavci a agresivní vegetace se síje přiřazuje k méně časté používané umělé formě obnovy lesa (Mauer, 2009). Avšak některé výhody lze u síje zpozorovat. Mezi hlavní se řadí nedeformování kořenových systému, což je jedním z prvků přirozené obnovy a také se nemusí pěstovat velké množství sadebního materiálu v lesních školkách (Kudláček, 2019).

3.8.2. Obnova lesních porostů sadbou

Mauer (2009) uvádí, že výsadbou sazenic se obnovuje většina porostů. Tento způsob obnovy se řadí mezi základní a nejčastěji využívaný. K výsadbě jsou používány semenáčky lesních dřevin vyzvednuté z porostů nebo sazenice vypěstované v lesních školkách ze semen získaných z uznaných stromů pro sběr osiva. Sadební materiál určený k sadbě by měl mít odpovídající parametry, aby byl schopný odolat nepříznivým podmínkám obnovované lokality a zároveň aby se zde dokázal vyvíjet i odrůstat. S přihlédnutím k podmínkám stanoviště, jako je například množství a výška vzrostlé vegetace, specifické podmínky holé plochy, klimatické poměry a další, by měl být zvolen odpovídající typ sadebního materiálu, jelikož genetické, morfologické a fyziologické předpoklady jsou rozhodující pro úspěšné ujmutí a následné odrůstání (Vopravil et al., 2017).

Vypěstované sazenice jsou prostokořenné nebo krytokořenné, které jsou pěstované v balu. Prostokořenné jsou v podmínkách lesního hospodářství používanější alternativou zejména díky jejich nízké cenně, jednoduší dopravní logistice i nízko nákladovém transportu oproti obalovaným sazenicím. Avšak v případě krytokořenného materiálu je riziko oschnutí nebo škod na kořenových systémech minimální, ujímá se lépe i na obtížně obnovitelných plochách

a doba zalesňování se prodlužuje. Na druhou stranu může vlivem obalu docházet k různým deformacím kořenů (Vopravil et al., 2017).

Prostokořenné sazenice jsou vystaveny mnoha stresovým situacím, a to při vyzvedávání a třízení v lesní školce, transportu i sadbě do zcela nových podmínek. Obě formy sadebního materiálu mají své kladné i záporné stránky (Vacek et al., 2020).

Oproti síjí je sadba mnohem nákladnější a rizikovější, protože může nastat šok z přesazení a následkem toho sazenice uhynou, dále také hrozí deformace kořenových systémů. Na druhou stranu je při výsadbě více využit potenciál osiva než u síje, kořenové systémy sazenic jsou mnohem vyvinutější díky prováděným úpravám ve školce a obnova má také větší možnost úspěchu (Mauer, 2009).

Doba výsadeb se obvykle odehrává v jarním nebo podzimním období, ale odvíjí se od biologických vlastností zvoleného druhu dřeviny, převládajících stanovištních poměrů, klimatických podmínek a průběhu počasí v daném období (Vopravil et al., 2017). Záleží také na vybrané formě sadebního materiálu. Krytokořennými sazenicemi lze provádět zalesňování v průběhu téměř celého roku (Vacek et al., 2020).

Existuje celá řada metod výsadeb, jako jamková, štěrbinová, koutová, brázdová, kopečková, záhrobcová a celá řada dalších (Vopravil et al., 2017). Mezi nejčastější způsob výsadby prováděný ručně patří jamková sadba, při niž se půda prokope, prokypří a do přichystané jamky se vloží sazenice do takové hloubky, aby byl její kořenový krček v úrovni terénu, u sazenic v balu, tak, aby vrch obalu byl těsně pod úrovní terénu (Vacek et al., 2020). Tato sadba je využitelná na mnoha typech stanovišť a pro většinu sadebního materiálu (Poleno et al., 2009).

Druhým nejpoužívanější typem výsadby je štěrbinová sadba. Aplikuje se v případě zalesňování prostokořennými sazenicemi, zejména u druhů dřevin s kulovitým kořenem a je vhodnější pro lehčí, nezamokřené půdy (Poleno et al., 2009). Sadba se provádí sazečem, kterým se vyhloubí štěrbina v půdě, následně se do ní vloží sazenice a přimáčkne se půdou dalším vpichem (Vopravil et al., 2017). Tímto typem sadby se podstatně nemění půdní poměry oproti jamkové sadbě, při které je často ovlivněna vodní bilance půdy, ale pokud je výsadba provedena nesprávně, můžou nastat deformace kořenů (Mauer, 2009).

Mechanizovaná příprava stanoviště před výsadbou je prováděná pomocí fréz, pluhů a dalších strojů. Nasazení této techniky je v lesním hospodářství často limitováno půdními

podmínkami obnovované lokality, zabuřeněním, terénní dostupností a dalšími, proto se mechanizovaná příprava stanoviště uplatňuje především při zalesňování zemědělských půd, a to ve formě brázd, pruhů, jamek i celoplošné přípravy (Vopravil et al., 2017).

Samotnou výsadbu lze provádět mechanizovaně či ručně. Aby bylo možné provést mechanizovanou výsadbu musí být ve většině případů lesních pozemků předem připravené stanoviště, jinak je výsadba velmi komplikovaná a často využívána při zalesňování nelesních půd. Sadba se provádí sázecími stroji, za pomocí různých nástaveb na lesní traktory, například sázecími adaptéry, rýhovacími zalesňovacími stroji a dalšími. (Poleno et al., 2009). Ruční výsadba se provádí sekoromotykou či sazečem (Vopravil et al., 2017).

Umělá obnova výsadbou s sebou přináší řadu výhod. Mezi základní patří nezávislost na mateřském porostu, jeho semenných letech a předávané genetické informaci (Kantor et al., 2014). Možnost dosažení požadované cílové druhové skladby a odpovídající genetické kvality nově vzniklého porostu (Mauer, 2009). Sazenice se lépe ujímají a rychleji odrůstají díky věkovému a růstovému předstihu (Kantor et al., 2014). Sadební materiál lze vybrat a sazenice rozmístit pravidelně, přehledně a ideálně hustě (Mauer, 2009).

Nevýhoda výsadeb je spatřována ve vysokých finančních nákladech, možném riziku neúspěchu zalesňování, a to zejména stresem sazenic z přesazení, vznikem deformací či jiných poškození kořenového systému při výsadbě (Poleno et al., 2009). Také je značně zúžený výběr jedinců při pěstební výchově kultur (Mauer, 2009). Hrozí, že obnovené lesní porosty budou stejnorodé a stejnověké (Kantor et al., 2014). Mezi jednu ze zásadních nevýhod patří nezbytnost mít k dispozici kvalitní osevní i sadební materiál a dostatek odpovídajících ploch k jejich uschování (Kudláček, 2019).

3.8.3. Podsadby

Umělá obnova se může provádět pod ochrannou clonnou mateřského porostu, v takovémto případě je obnova uskutečňována formou podsadeb. Velmi často se podsadby využívají v případě, kdy je přirozená obnova mezernatá, pokud nejsou příhodné podmínky k nasemenění nebo se podsadbami doplňují dřeviny chybějící ve stanoveném obnovním cíli (Simon, Vacek, 2008). Podsadby se používají i v obnovovaných porostech jejichž druhové složení je nevhodné, jsou nestabilní, poškozené, ohrožované biotickými a abiotickými faktory (Mauer, Truhlář, 2005) nebo v porostech které jsou důležité z pohledu ochrany přírody a krajiny (Vacek, Lokvenc, 1994).

Mezi stěžejní důvody využívání podsadeb se řadí nárůst biodiverzity, meliorační a zpevňující vliv na porosty, zvýšení odolnosti porostů proti škodlivým činitelům (Mauer, Truhlář, 2005) a nutnosti navýšení plnění požadovaných ekologických a enviromentálních funkcí lesních porostů (Podrázský et al., 2004). Své uplatnění mají podsadby i v případě zavádění klimaxových druhů dřevin pod ochranou přípravných porostů (Podrázský, Křivohlavý, 2019).

Nejběžněji jsou k podsadbám používány sazenice stínomilných druhů dřevin jako jsou buky a jedle (Simon, Vacek, 2008). Vhodné jsou také douglasky a občas se vysazují i javory, lípy a výjimečně habry a jilmy. Volba druhu dřeviny do podsadby se musí vždy odvíjet od převládajících klimatických a půdních podmínek dané lokality (Mauer, Truhlář, 2005).

3.9. Přirozená obnova

Při přirozené obnově dochází k obnově porostů samovolnou reprodukcí mateřského porostu. V případě lesnicky obhospodařovaných lesních porostů je přirozená obnova záměrně plánována a regulována (Simon, Vacek, 2008). Podle způsobu, kterým se vytvoří nové pokolení lesa se přirozená obnova dělí na generativní (semennou) a vegetativní. Generativně vznikají jedinci z nalétnutých semen z přilehlých porostů či mateřského porostu (Saniga, 2007). Na tuto formu přirozené obnovy je významně vázán podrostní hospodářský způsob obnovy lesa, při němž probíhá obnova pod clonnou mateřského porostu. Nevylučuje se použití ani u holosečného způsobu obnovy, při které se nechají na holinách výstavky nebo se předpokládá nálet semen z přilehlých porostů (Simon, Vacek, 2008).
Vegetativní obnova spočívá ve vzniku nového pokolení pomocí pařezové i kořenové výmladnosti (Saniga, 2007). Tato forma přirozené obnovy byla historicky hojně využívána a byla obvyklým způsobem obnovy, avšak v nynějším lesnickém hospodaření nenachází moc uplatnění (Mauer, 2009).

K zahájení přirozené obnovy musí být splněny určité předpoklady. Mezi nejdůležitější patří odpovídající stav půdních podmínek k ujmutí a klíčení semen, pro následný vývoj a růst semenáčků. Dále vyhovující klimatické i mikroklimatické poměry na stanovišti. Jedním z neopomenutelných faktorů, které mají významný vliv na předpoklad přirozené obnovy je přítomnost a interval opakování semenného roku, jenž nelze ovlivnit. Dalším faktorem je existence geneticky vhodných a plodících porostů (Vacek et al., 2022).

Pro prvotní stádium semenné obnovy lze vylišit tři fáze

- Předčasná fáze
- Optimální fáze
- Promeškaná fáze

U předčasné fáze nastává situace, kdy se již přirozená obnova projevuje, ale prozatím pro ni nevznikly příhodné podmínky. Semenný materiál je schopen vyklíčit, ale semenáčky, které vzešly mnohdy uhynou z důvodu převládajících nepříznivých půdních a mikroklimatických podmínek (Vacek et al., 2022).
Při optimální fázi se střetnou žádoucí půdní a lokální klimatické podmínky, které vytvoří ideální předpoklady pro klíčení, vzcházení a ujmutí semenáčků v dostačující hustotě.
Poslední je promeškaná fáze a ta nastává po zániku vyhovujících podmínek pro přirozenou obnovu. Pominutí příznivých podmínek je způsobeno například nárůstem buřeně, což většinou brání nasemenění v dalším roce. Pokud nebude stanoviště předem připravené nelze počítat s ujmutím semen (Vacek et al., 2022).

3.9.1. Charakteristické rysy přirozené obnovy

Obvykle je vývoj přirozené obnovy delší, než je tomu při umělé obnově, a to z důvodu posloupného, časově náročnějšího sledu přirozené obnovy, která je zahájena fruktifikací mateřského porostu a ukončena až při dosažení fáze mlaziny. Velmi vhodné podmínky, při kterých přirozená obnova nastává jsou v méně teplých, chladnějších lokalitách ve středních a vyšších nadmořských výškách, které jsou vydatné na množství srážek. Úspěšnější je přirozená obnova zejména v edafických kategoriích stanovišť, které nejsou tak náchylné k zabuřenění ploch. S problematikou přirozené obnovy je spojena i obnova dřevin, které jsou introdukované nebo stanovištně neodpovídající. Standartně je k jejich přirozené obnově přistupováno negativně, ale mělo by být bráno v potaz jejich možné využití, například možnost plnit funkci zapojených dřevin (Vacek et al., 2022).

3.9.2. Pozitiva a negativa přirozené obnovy

Přirozená obnova má mnoho předností. Mezi ty nejdůležitější se řadí zachování a expanze původních, odolných a místně osvědčených populací druhů dřevin. Navíc tato forma obnovy zajišťuje nepřetržitý vývoj a trvalost lesa, tím že je půda cloněná porostem a má neustále lesní charakter (Poleno, 1994). Na obnovované ploše se často nachází mnoho jedinců, což vytváří optimální podmínky pro nekompromisní selekci v průběhu celé doby výchovy (Mauer, 2009) a škody způsobované zvěří ztrácí na významu (Vacek et al., 2022).

Nálet se ujme a dále roste na místech, které jsou pro něj nejvhodnější a nejpříznivější, tudíž je také omezeno riziko vzniku různých deformací kořenových soustav (Kantor et al., 2014). Vývoj a odrůstání uchycených jedinců probíhá nepřetržitě a bez mimořádných mikroklimatických působení (Vacek et al., 1995). Také je udržována mnohačetná genetická rozmanitost (Vacek et al., 2022). V případě kvalitních lesních porostů jsou trvale uchovávány oblastní ekotypy dřevin (Mauer, 2009). Z ekonomického pohledu jsou vynaložené náklady na přirozenou obnovu nízké v porovnání s umělou obnovou (Kantor et al., 2014). Jedná se hlavně o úspory spojené s pořízením sadebního materiálu a jeho výsadby. Z náletu lze získat i sazenice použitelné k zalesnění dalších stanovišť (Vacek et al., 1995). Avšak Mauer (2009) upozorňuje na skutečnost, že by měly být brány v potaz celkové náklady vynaložené na zajištění nově vzniklého porostu, nejen náklady na jednotlivé úkony.

Za nedostatky přirozené obnovy lze považovat její vázanost na fruktifikaci mateřského porostu či okolních porostů, jejichž periodicita semenných let nastává nepravidelně nebo může být jen malá úroda semen (Vacek et al., 2022). Přirozené zmlazení je sice husté, ale nepravidelné a s mezerami. Tato skutečnost komplikuje i následnou výchovu a zvyšuje náklady na obnovu. Při obnovních sečí musí být dbáno na jejich šetrné provedení s důrazem na vyklizování dřeva, tak aby bylo riziko vzniku škod na zmlazení co nejnižší (Vacek et al., 1995). Celkově jsou kladeny vysoké nároky na zvolené těžební a dopravní technologie (Kantor et al., 2014). Zásadní je také nevýhoda, kdy nelze změnit druhovou a ekotypovou skladbu dřevin, jelikož je dopředu dána složením přítomného obnovovaného porostu. Komplikace nastává i v případě, kdy má být dosáhnuto lepšího genofondu nově vznikajícího porostu (Mauer, 2009).

3.9.3. Využití přirozené obnovy

Podíl přirozené obnovy na obnově lesů v našich podmínkách se v posledních letech zvyšuje a stále jsou kladeny nároky na navýšení jejího rozsahu do budoucích let. Přirozená obnova se uplatňuje hlavně u nejkvalitnějších porostů fenotypové třídy A a B. Tyto porosty by měly být přednostně přirozeně obnovovány (Kantor et al., 2014) a měly by splňovat požadované nároky na kvalitu, stabilitu, hodnotu, odolnost, dobré přírůsty, zejména objemový přírůst a mít odpovídající genetickou variabilitu (Vacek et al., 2022).

Limitujícím faktorem v mnohých porostech je pro úspěšnou přirozenou obnovu přemnožená zvěř, kterou je nutné udržovat v únosných početních stavech, tak aby bylo možné lesní porosty obnovovat přirozeně. Ke snížení vysokých stavů zvěře se uplatňují i v myslivosti

ekologické zásady. Bez regulace stavů zvěře, aby mohla přirozená obnova probíhat, by musely být uplatňovány ochranné a obranné opatření v horizontu několika let (Vacek et al., 2020).

3.10. Kombinovaná obnova

Při kombinované obnově se uplatňuje spojení přirozené i umělé obnovy v rámci jednoho obnovovaného stanoviště. Většinou vychází kombinovaná obnova z přirozeně vzniklého zmlazení, jenž je posléze záměrnou činností uměle doplněn o chybějící druhy dřevin obnovního cíle, velmi často se jedná o meliorační a zpevňující dřeviny (Simon, Vacek, 2008).

K obnově se využívá tehdy, když se na obnovované ploše vyskytne mezernaté zmlazení, anebo pokud se přirozeně zmladí jen jeden druh dřeviny a je nutné doplnit další druhy k dosažení obnovního cíle. Doplnění se provádí výsadbou zároveň s přirozenou obnovou nebo ještě před nástupem přirozeného zmlazení. Tento případ se uplatňuje u dubu v buku nebo u dubu v jasanech (Mauer, 2009).

Dosazované druhy dřevin by měly mít odpovídající kvalitu a růstové predispozice, aby vývoj uměle založených kultur korespondoval s vývojem nárostu. Z tohoto důvodu se k vyplnění mezernatých míst užívají rychle rostoucí druhy dřevin, jako je modřín, javor, jedle, douglaska a vhodné je jejich doplnění co nejrychleji, aby byl nový porost souvislý. Skupinovitá výsadba nejlépe plní účel, který spočívá ve zvýšené odolnosti vůči konkurenci – rychlejšímu růstu přirozeně zmlazujících se dřevin. Nespornou výhodou kombinované obnovy je možnost změny druhové skladby nového porostu (Vacek et al., 1995).

3.11. Problematika obnovy kalamitních holin

Aktuální problematika zvyšujícího se množství a výměr kalamitních holin se zabývá možnostmi řešení této situace a vyhledání alternativních postupů obnovy na kalamitních plochách. Nové porosty vytvořené na těchto plochách by měly být funkční, s prostorovou diferenciací, se smíšenou druhovou skladbou jemné struktury a s využitím vhodných druhů dřevin. K dosažení těchto cílů je možné aplikovat různé tradiční i netradiční způsoby obnovy a jejich kombinace (Leugner et al., 2022). Může se jednat o přímé zalesňování cílových druhů, dvoufázovou obnovu, kombinovanou obnovu, obnovu s využitím přípravných porostů a další. Jako nejvhodnější k obnově kalamitních holin se jeví uplatňovat kombinaci všech uvedených způsobů obnov (Leugner et al., 2021).

Obvyklý jednofázový postup obnovy lesa s sebou přináší mnohá rizika a problémy s následným vývojem a stabilitou nově vzniklých porostů. Při využití tohoto druhu obnovy dochází k opětovným sklonům k tvorbě velkoplošných porostů stejného věku s limitovanou výškovou diferenciací, jež nejsou schopny do budoucna plnit očekávané požadavky na zmiňovanou stabilitu, vitalitu a také na odolnost nové generace lesa, a to s ohledem na opakovaně se projevující klimatické extrémy a změny, které s sebou přináší i potencionální nebezpečí opakování kalamit v našich lesích. Problémy spojené s jednofázovou obnovou nastávají zejména v případě obnovy stinných druhů dřevin, mezi hlavní se řadí buk a jedle, které nejsou vůbec schopny nebo jen těžce odrůstají na volných plochách. Jednou z možných řešení, jak dosáhnout obnovy těchto druhů dřeviny a jejich požadovaného množství je aplikace dvoufázové obnovy lesa. Pro její efektivnější průběh se na kalamitních plochách používají přípravné dřeviny (Souček et al., 2016).

3.11.1. Dvoufázová obnova lesa

Dvoufázový způsob obnovy spočívá v tvorbě nového porostu za pomoci pionýrských druhů dřevin v první etapě obnovy. Takto založené přípravné porosty s dřevinami pionýrského růstu jsou později, v druhé fázi, doplňovány klimaxovými dřevinami, které jsou zároveň cílovými (Leugner et al., 2021). Každou z těchto fází lze uskutečnit pomocí přirozené či umělé obnovy. V případě rozhodování o postupu dvoufázové obnovy musí být brány v úvahu faktory, jako jsou panující podmínky na stanovišti, lze použít typologický systém, míru zabuřenění na obnovované ploše, která omezuje využití přirozené obnovy a výskyt odpovídajících mateřských stromů, adekvátně plodících (Leugner et al., 2021).

Přípravné porosty se skládají z druhů dřevin, které se v mládí vyznačují rychlým růstem, zlepšují půdní podmínky, čímž usnadňují vnos cílových dřevin a jsou schopny odrůstat a odolávat panujícím extrémním podmínkám na odlesněných plochách. Jako typické přípravné dřeviny s pionýrskou strategií růstu jsou považovány břízy, olše, jeřáby a osiky. Využívány jsou také dřeviny, které jsou brány jako cílové, a to modříny, borovice, javory i smrky (Souček et al., 2016).

Cílové dřeviny jsou vysazovány pod krytem přípravného porostu s časovým odstupem. Doba a technologie smýcení přípravného porostu se odvíjí od stanovištních podmínek a charakteru cílových dřevin. Díky vlastnostem přípravného porostu, jeho rychlému růstu a produkci, ho lze i ekonomicky využít a dosáhnout určitého výnosu v poměrně krátkodobém horizontu (Souček et al., 2016).

3.11.2. Faktory ztěžující obnovu lesa

Obnovované porosty jsou často ohrožovány různými faktory. Většinou se jedná o klimatické změny, které s sebou přináší škody spojené s větrnými událostmi, mrazy, suchem i imisemi. Mezi hlavní rizikové faktory, které mají vliv na odrůstání nárostů a kultur se řadí výskyt, množství i druhy zvěře, výskyt biologických škůdců, především kalamitních druhů a přítomnost i agresivita buřeně (Mauer, 2009).

Škody zvěří jsou jedním z limitních faktorů obnovy lesních porostů. Míru vznikajících škod ovlivňuje úživnost lokalit, potravní nabídka, potřeby zvěře a jejich početnost (Poleno et al., 2009). V posledních letech se stále zvyšují početní stavy zvěře a tím i škody, které zvěř způsobuje na lesních porostech. Velkým problémem se přemnožená zvěř stává právě v případě obnovy kalamitních holin, kdy je vyvíjený tlak často limitujícím činitelem zdárné obnovy těchto stanovišť. Pokud by byla ochrana vůči škodám zvěří na nově vznikajících porostech opominuta dojde s velkou pravděpodobností k jejich znehodnocení, ztížení následné výchovy a také k navýšení ekonomické zátěže (Škodliví činitelé v lesích Česka 2021/2022, 2022).

Škody na lesních kulturách a nárostech způsobuje zejména spárkatá zvěř. Černá zvěř škodí vyrýváním sazenic a semenáčků, což na jednu stranu sice působí negativně, ale na druhou stranu má tato činnost užitečný vliv v podobě likvidace různých hlodavců i stádií hmyzu. Mnohem citelnější škody způsobuje jelení, dančí a srnčí zvěř okusem pupenů i letorostů (Jelínek, 2022). Okus u jedinců vzniklých z přirozeného zmlazení je méně závažný než u uměle vysazených jedinců, kterých je na ploše vysázeno jen určité množství (Hell, Hromas, 2002). Více závažný a nebezpečný je ohryz a loupání. Při ohryzu dochází k narušení kůry mimo dobu vegetačního klidu. Loupání probíhá v rámci vegetační sezóny, při němž je v dlouhých pásech sloupávána kůra společně s lýkem. Oba tyto typy škod představují nebezpečí, protože skrz poškozené místa pronikají různé houbové patogeny a hmyzí škůdci, kteří mohou v součinnosti zapříčinit úhyn jedince (Jelínek, 2022).

V kulturách nejsou zanedbatelné ani škody na kmíncích zapříčiněné vytloukáním paroží, jelikož tímto poškozením jsou opět jedinci náchylní na působení houbových i hmyzích škůdců (Hell, Hromas, 2002).

Vůči škodám zvěří je žádoucí a nezbytné aplikovat odpovídající ochranné a obranné postupy, a to i preventivní. Využívá se zejména integrovaný způsob ochrany, při němž se využívá kombinace chemické, mechanické či biologické ochrany (Hell, Hromas, 2002).

Bořeň může působit na klíčení semen, odrůstání semenáčků a sazenic nepříznivě, ale i příznivě. Nepříznivý vliv vegetace na jedince spočívá v jejich konkurenci o vodu, potřebné živiny, prostor a o místo pro rozvoj kořenového systému. Světlomilné druhy ohrožuje bořeň stíněním. Všechny tyto záporné faktory mají vliv na ujímání, rychlost odrůstání a míru mortality dřevin (Čermák, 2011). Nežádoucí vegetace se v lesním hospodářství odstraňuje mechanickou či chemickou cestou. Tyto zásahy jsou velmi nákladné, proto se lesníci často snaží zabránit zabořenění stanovišť, a to udržením plného zápoje co nejdelší možnou dobu a bezprostředním zahájením obnovy (Mauer, Leugner, 2014).

Prospěšný vliv bořeně na růst jedinců tkví v únosné míře konkurence, při niž dřeviny usilují o rychlé dosažení výškového předstihu, který jim zajistí vyšší naději na přežití. Avšak pokud jedinec vypotřebuje mnoho živin na růst terminálního výhonu, nezbude dostatek pro rozboj kořenů, což může vést k vyšší náchylnosti k stresu a uhynutí (Čermák, 2011).
Vegetace může mít také vliv na dostupné množství vody v půdě, vzdušné a světelné poměry na stanovišti a svou nadzemní částí kryje dřeviny před negativním působením zvěře (Mauer, Leugner, 2014).

3.11.3. Péče o obnovené porosty

Hlavním úkolem péče o obnovené lesní porosty je prostřednictvím výběrů a dalších způsobů podpory regulovat vývoj porostů k dosáhnutí vymezeného hospodářského cíle. K jeho docílení by měla být uplatněna co možná nejnižší možná míra pěstební péče. Vhodné je zužitkovat samoregulační a přírodní procesy při péči o obnovené porosty, aby byly minimalizovány vynaložené náklady a energetické vklady do ekosystému. Přírodě blízká druhová skladba lesních porostů nepotřebuje tolik vkladů a vynaložených nákladů, jako je tomu v případě monokultur a sukcesně nevyzrálých porostů (Poleno et al., 2009).

Péče nezahrnuje pouze obvyklou péči o nově vzniklé porosty, ale i nutné obranné a ochranné opatření. Mezi velmi důležité patří i preventivní úkony, spočívající ve využívaní kvalitního reprodukčního materiálu, tvorbě příznivého prostředí pro odrůstání vysazených sazenic i náletů společně s ochrannou před působením bořeně, škodami zvěří a dalšími biotickými i abiotickými činiteli (Vacek et al., 2022).

3.12. Popis zájmových dřevin

3.12.1. Buk lesní

Buk lesní (*Fagus sylvatica*) je naší původní dřevinou. Typická je pro něj hladká borka šedého zbarvení. Dorůstá do výšky až 40 metrů a díky svému srdcovitému tvaru kořene dobře odolává vyvrácení. Na určitých typech stanovišť je buk významnou meliorační a zpevňující dřevinou (Spohn, Golte-Bechtle, 2010).

Přirozený areál rozšíření se rozkládá na převážné části Evropy, zejména na střední a západní části. Horní hranice výskytu sahá až po jižní kraj Švédska. V severních lokalitách Evropy nevystupuje do vysokých nadmořských výšek, ale spíše naopak do velmi nízkých nadmořských výšek. Spodní hranice výskytu je proměnlivá, ale buk je pozorován i v oblastech Itálie (Mráček, 1989).

Tato dřevina je náchylná k suchu a k poškození mrazem. Dobře odrůstá na vlhkých, minerálně zásobených a humózních stanovištích, avšak nevyhovují ji lokality podmáčené, zamokřené či jinak ovlivněné vodou. Buk je stín snášející dřevina, a to dlouhodobě. Z našich domácích druhů snáší buk nejlépe stín.Jeho produkční optimum se nachází ve 4. lesním vegetačním stupni, ale vyskytuje se napříč od 2. až 7. lesního vegetačního stupně. Dle LVS se odvíjí jeho vitalita i zastoupení v porostu. Ve vyšších nadmořských výškách se vyskytuje společně s jedlí, popřípadě se smrkem, který pak dominuje a v nižších polohách obvykle nahrazuje dub zimní (Vacek et al., 2022). Aktuální zastoupení buku v lesích ČR tvoří 9,3 % z celkové plochy porostní půdy a každý rok se jeho výměra zvyšuje. Dle sestrojené přirozené skladby lesů by měla být výše přirozeného zastoupení buku 40,2 % a doporučeného zastoupení 22,5 % (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021, 2022).

Základy výchovy

Pěstování buku se odvíjí od jeho přínosných vlastností jako je rezistence k působení škodlivých činitelů, zlepšování půdních poměrů opadem, schopnost snášet zastínění a autoregulační schopnosti. Pěstebně je velmi tvárným druhem, avšak nevýhodou je tvorba košatých, nepravidelných až mimostředných korun při přílišném a prudkém uvolnění. Mnohdy mají jedinci sklony k vidličnatosti a křivolakosti kmenů od fáze mlazin. Díky těmto vlastnostem je jedním z primárních cílů pěstební výchovy vyprodukování kvalitních

sortimentů. Z tohoto důvodu se výchova bukových porostů dělí na výchovu kvalitních a méně kvalitních porostů (Slodičák, Novák, 2007).

Velmi důležité je dosáhnout a udržovat dostatečnou hustotu nárostů a kultur až do fáze mlazin. V prvních pěstebních úkonech se negativním výběrem odstraňují zejména tvarově nevhodní, předrůstaví jedinci z úrovně a nadúrovně. Síla zásahu by měla vycházet z kvality mlaziny a nesmí vzniknout mezery. V závěrečné fázi mlazin lze aplikovat poprvé i pozitivní výběr v porostech, které mají nedostatek kvalitních jedinců či v porostech obzvlášť kvalitních. Hlavním úkolem výchovy v mlazinách je dosažení cca 400 nadějných jedinců na 1 ha před zahájením probírek, které zajistí vytvoření cenných sortimentů (Poleno et al., 2009).

Obnova

Díky schopnosti snášet dlouhou dobu zastínění je buk jednou z nejvhodnějších a nejvyužívanějších dřevin k přirozené obnově, ale limitujícím je průběh a opakování semenných let (Vacek et al., 2022). Významnou roli má i včasné a odpovídající rozvolnění mateřského porostu. Nesnáší klima převládající na holých plochách a agresivní buřeň. Obnova umělá je v případě buku nákladná a mnohdy také nejistá (Vacek et al., 2018).

3.12.2. Borovice lesní

Borovice lesní (*Pinus sylvestris*) je na našem území taktéž původní dřevinou. Borka je typicky brázditá, v koruně stromu hladká s rezavě načervenalým zbarvením, ve spodní části kmene je šedohnědá. Tato dřevina dorůstá výšky až 40 metrů. Kořen je kulovitý a hloubka zakořenění se odvíjí od typu půdy (Spohn, Golte-Bechtle, 2010).

Borovice patří mezi dřeviny s nejrozsáhlejším areálem výskytu. Pokrývá mírný i chladnější pás téměř kompletní Eurasie, od Skotska a Pyrenejského poloostrova, skrz Evropu a celou Sibiř až skoro k Pacifiku. Severní hranici výskytu představuje severní část Skandinávie a na jihu tvoří limit pohoří Sierra Nevada v jihovýchodním Španělsku (Vacek et al., 2022).
V České republice je druhou nejrozšířenější dřevinou. Její současné zastoupení v naších lesích činí 16 %. Přirozená druhová skladba borovice je 3,4 % a rekonstruovaná doporučená skladba je 13,2 % (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021, 2022).

Borovice lesní se řadí k dřevinám s pionýrskou strategií růstu a jako pionýrská dřevina má vysoké nároky na světlo (Bílek et al., 2018). Také má velký ekologický rozsah, je velmi

přizpůsobivá a tolerantní k převládajícím extrémním podmínkám na stanovištích, jako jsou vysoké a nízké teploty i sucho, a to díky malým nárokům na vodu a množství živin. Přirozeně převládá na písčitých sedimentech a hadcích, na vápencových a rašelinových stanovištích, na skalnatých lokalitách s kyselými typy hornin (Vacek et al., 2022). Na extrémních lokalitách splňuje širokou škálu významných ekologických funkcí, ale zároveň může být významnou hospodářskou dřevinou (Bílek et al., 2018).

V typologickém systému vytváří společenstva borů samostatný 0. stupeň. Nejčastěji se vyskytuje mezi 3. – 5. LVS. Do 2. LVS bory zasahují omezeně. V některých extrémních typech zasahují až do 6. LVS. V brzkém věku rostou borovice velmi rychle a dosahují vysokých výškových přírůstů (Vacek et al., 2020).

Základy výchovy

Díky charakteristickým vlastnostem borovic je nutné specificky přistupovat k provádění výchovných zásahů. Porosty reagují na výchovné zásahy poměrně pozvolna a nevýrazně oproti smrku. V případě velmi intenzivního zásahu může nastat snížení přírůstu i objemové produkce po delší dobu, a naopak při nedostatečném zásahu můžou nastat negativní podmínky uvnitř mladých obnovených porostů. Přínosný je pro vývoj borů silnější zásah v době zapojování mlazin, při němž uvolněný zápoj příznivě podněcuje tloušťkový přírůst i štíhlostní kvocient. Mezi hlavní cíle výchovy se řadí zvýšení jejich kvality a schopnosti odolávat různým stresovým faktorům (Bílek et al., 2018).

Vytvořené výchovné modely jsou rozděleny dle kvality porostů pro kvalitní a nekvalitní porosty. Z pěstebního pohledu je žádoucí tvořit borové porosty věkově i výškově vyrovnané. U kvalitních porostů se prvé zásahy aplikují při horní výšce 5 metrů a postupně se s přibývajícím věkem adekvátně redukují počty jedinců. V případě nekvalitních porostů by se jejich hustota měla udržovat vyšší a intenzita výchovy nižší. Při počátečních výchovných krocích se zasahuje do podúrovně a odstraňují se nevhodní jedinci, tzv. předrostlíci a obrostlíci, kteří by do budoucna ohrožovali vývoj a kvalitu porostu. Následující výchovné zásahy se provádějí opět v podúrovni a předrůstaví jedinci se odstraňují pouze v určitých situacích (Slodičák, Novák, 2007).

Obnova

V případě borovice lesní je přirozená obnova zpravidla obtížná, na některých stanovištích téměř nemožná kvůli buřeni, proto se borové porosty často zakládají uměle (Vacek et al., 2020). Avšak jsou i oblasti příhodné pro přirozenou obnovu, a to například lokality s převahou mechů. V minulosti se kvůli rychlému růstu uměle vysazovaly bory na lokalitách dubových porostů, zejména na písčitých typech půd (Vacek et al., 2022). Lesníci řadí mezi typický způsob obnovy borů holoseč a v případě velmi chudých půd, u kterých je malé riziko zabuřenění, i přirozenou obnovu. Pro obnovu borových porostů platí zásada pozdějšího zahájení obnovy s rychlým postupem na větších plochách za účelem vzniku nového, věkově vyrovnaného porostu (Vacek et al., 2020).

3.13. Popis HS a obnovy v jednotlivých HS

Hospodářské soubory, označovány zkratkou HS, jsou stanoveny v rámci přírodních lesních oblastí, vyjadřují jednotky rozdílnosti v rámcovém plánování hospodářských opatření, které se odvíjejí od vymezených přírodních podmínek i porostních poměrů, aktuálního stavu lesních porostů a od funkčního zaměření (Plíva, 1980). Vytvořený systém hospodářských souborů umožňuje na základě obdobných podmínek vymezit jednotný způsob hospodaření v každém HS. Pro jednotlivá území jsou poté určeny HS za účelem stanovení způsobu hospodaření v každém z nich. Od stanoveného hospodářského souboru se odvíjejí těžební i pěstební zásahy (Mansfeld et al., 2021).

Hospodářské soubory jsou vylišeny souborem lesních typů (SLT). Ty tvoří primární jednotky stanovištní klasifikace a jsou odvozeny od podobných přírodních podmínek na základě lesních vegetačních stupňů a edafických kategorií. V praxi postačují pro potřeby pěstování lesů vylišené SLT a určené CHS. Podrobněji se typologický systém dále dělí na lesní typ, který je vymezen fytocenózou (Kantor et al., 2014).

Soubory lesních typů vymezují cílové hospodářské soubory, podle nichž jsou vymezeny hospodářské doporučení společně se závaznými ustanoveními a cílovou druhovou skladbou. CHS jsou značeny dvoučíslím, z nichž první číslo stanovuje výškovou stupňovitost a druhé číslo udává ekologickou řadu. HS je kombinace CHS a porostního typu dle převládající dřeviny (Kovář et al., 2013). Výzkum byl proveden na vybraných cílových hospodářských souborech, které jsou dále v práci označovány pouze jako HS 45, HS 55 a HS 57.

Hospodářský soubor - 45

V případě HS 45 se jedná o hospodářství živných stanovišť středních poloh s vyvinutými hlinitopísčitými a písčitohlinitými půdami. Obvykle jsou terénní poměry příznivé a produkce je průměrná až nadprůměrná. Avšak v těchto převládajících podmínkách je stabilita smrkových porostů oslabena (Lidický et al., 2015). Velmi často se s rychlým nástupem na lokalitách objevuje buřeň, která ztěžuje a limituje zde přirozenou obnovu. Z důvodu snížení negativního vlivu buřeně je žádoucí udržovat plný zápoj a poté zvolit postupný clonný postup obnovy proti směru větru od severu na východ. Mezernatá místa v přirozené obnově se uměle zalesní (Vacek et al., 1995).

Hospodářský soubor - 55

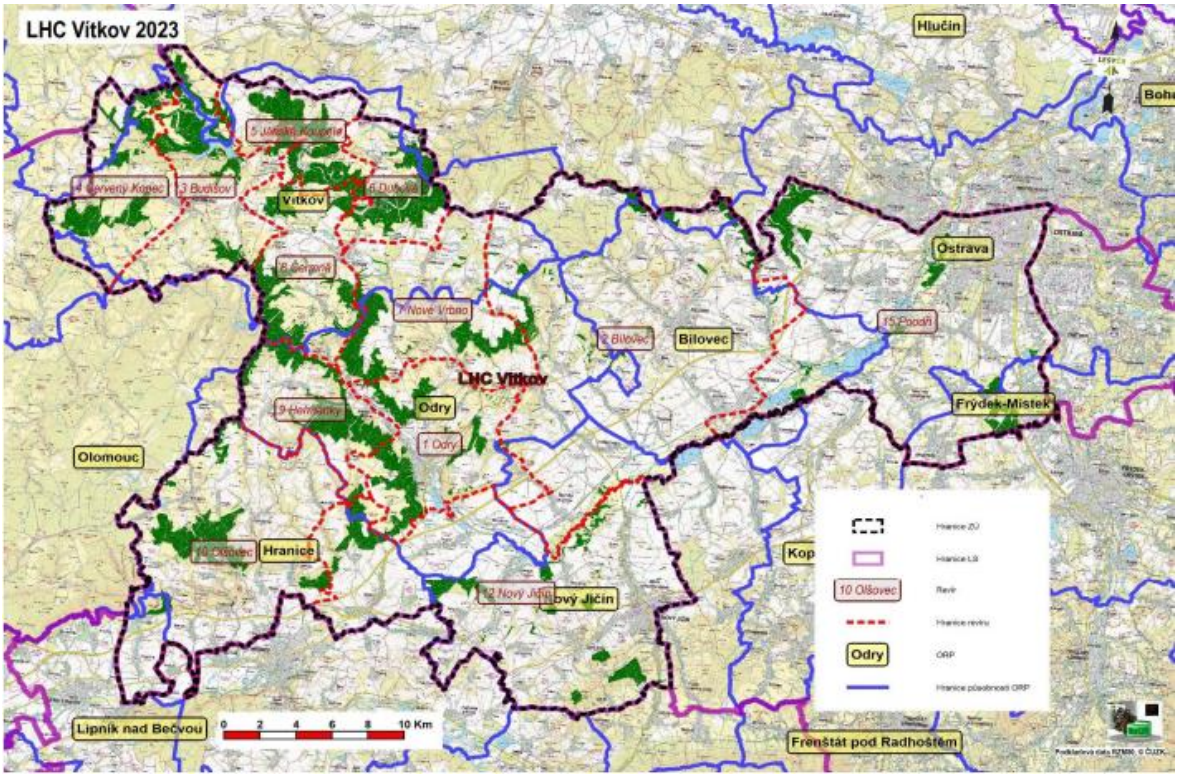
Tento hospodářský soubor se nachází na živných stanovištích vyšších poloh. Půdy jsou vyvinuté, terénní podmínky jsou příhodné, ale opět zde hrozí velké riziko zabuřenění (Lidický et al., 2015). Typické je pro tento typ hospodářství zvýšené ohrožení větrem a sněhem. Obecně se jedná o porosty s průměrnou až nadprůměrnou produkcí. Přirozená obnova se provádí obvykle clonným postupem. Směr obnovy porostů by měl postupovat od severu na východ (Vacek et al., 1995).

Hospodářský soubor - 57

Hospodářství oglejených stanovišť vyšších poloh se označují hospodářským souborem 57. Stanoviště v tomto HS jsou se zamokřenými i oglejenými půdami, jejich ohrožení větrem, sněhem, opakujícím se zamokřením, buření a výskytem mrazových poloh je poměrně vysoké (Lidický et al., 2015). Z tohoto důvodu je vhodné postupovat s obnovou pozvolněji, například clonnou sečí. Pokud bude využita přirozená obnova je přínosné využít okrajovou clonnou seč s předsunutými obnovními prvky pro vnos buku a jedle do porostu. Porosty v HS 57 jsou většinou průměrné až nadprůměrné produkce (Vacek et al., 1995).

3.14. Charakteristika LHC Vítkov

Výzkumné plochy se nacházejí na pozemcích ve vlastnictví ČR, ke kterým má právo hospodařit státní podnik Lesy České republiky, konkrétně Lesní správa Vítkov, jejíž území se rozprostírá na severní Moravě, mezi Vojenskými lesy a statky Lipník nad Bečvou a městem Ostravou. K LHC Vítkov byly v nedávné minulosti přičleněny pozemky z důvodu zániku Lesních správ Frenštát pod Radhoštěm a Lesní správy Ostrava. Značná výměra pozemků, okolo 400 ha, byla v uplynulém decenniu vydána v rámci restitucí (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023).



Obr. č. 1: Orientační mapa LHC Vítkov (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023)

Pro LHC Vítkov byl zpracován nový LHP s kódem 1510 (dle LČR) s platností od 1.1.2023 do 31.12.2032. Nyní se LHC Vítkov skládá celkem z 15 revírů a jeho výměra dohromady činí 15 213 ha, z toho tvoří 14 569 ha porostní půda a PUPFL je 19 995 ha. Výzkumné plochy se konkrétně nacházejí na revíru Budišov a revíru Červený Kopec. Nejvyšším bodem LHC je Červená hora s výškou 749 m n.m. a nejníže ležící místo s nadmořskou výškou 220 m n. m. se nachází v Poodří. Dle klimatických poměrů je LHC rozděleno do mírně teplých oblastí okrsků, zde spadá většina území a chladných oblastí okrsků, zejména oblast Červené hory. Na základě klimatického členění náleží LHC do oblasti mírně teplé MT3, MT7, MT9, MT10 a oblasti chladné CH7. Na celém území LHC Vítkov jsou zastoupeny

čtyři lesní vegetační stupně. Jejich zastoupení je uvedeno v tabulce č.1 (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023).

Tabulka č.1: Zastoupení lesních vegetačních stupňů v LHC Vítkov (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023)

LVS	Plocha porostní půdy (ha)	Zastoupení (%)
2	539,5	3,7
3	2489,8	17,1
4	10012,3	68,7
5	1528,8	10,5

Ze souborů lesních typů jsou na LHC v nejvyšší míře zastoupeny 4S (svěží bučina), 4B (bohatá bučina), 3B (bohatá dubová bučina) a 5S (svěží jedlová bučina). Plošně nejzastoupenější dřevinou je buk lesní (21,12 %) a smrk ztepilý (18,39 %). Nejvyšší objemovou zásobu na LHC tvoří modřín opadavý.

Území LHC Vítkov spadá z největší části do přírodní oblasti Nízkého Jeseníku, který má číselné označení 29 (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023).

3.14.1. Přírodní lesní oblast 29 – Nízký Jeseník

PLO zaujímá poměrně rozsáhlé území České republiky, celkem 271 472 ha, což představuje cca 3,4 % její rozlohy. Z celkové výměry pokrývají lesy 105 238 ha, z velké části se jedná o lesy hospodářské, které se nacházejí na více než třech čtvrtinách území. Rozpětí nadmořské výšky se pohybuje od 198 m n. m. do 825 m n.m. Přírodní podmínky jsou charakterizovány na základě cílových hospodářských souborů. Nejčastěji se na území této PLO vyskytuje HS 45, 55 a 41 (OPRL, 2022).

Pahorkatina Nízký Jeseník se nachází na východním cípu Hercynské oblasti. Charakteristický je svými plochými hřbety a náhorními plošinami, které jsou přerušovány zařízlými svahy údolími, kterými protékají vodní toky, jako je řeka Odra či Moravice a jejich přítoky (OPRL, 2022). LHC Vítkov rozprostírající se v PLO je kromě náhorních plošin charakterizován i rozsáhlými kotlinami, které jsou specifické prudkými zalesněnými svahy (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023).

Pahorkatina se pomalu svažuje od východní části Hrubého Jeseníku k oblasti Podbeskydí a na jihovýchodní straně se svažuje do Moravské brány (OPRL, 2022), což vytváří výrazné

ohraničení od přilehlých nížin. Geomorfologicky je PLO utvářená horninami spodního karbonu, jedná se především o kulmské droby a břidlice, které jsou charakteristické pro oblast Vítkovska. Pro zájmovou oblast je také typické množství neaktivních sopek a mnoho pramenů minerálních vod (Průša, 2001).

3.14.2. Geologické a pedologické poměry

Z geologického pohledu je podloží zájmového území tvořeno moravickými a hradeckými vrstvami. Moravické vrstvy jsou typické flyšovými souvrstvími s hlavním zastoupením břidlic. V případě Hradeckých vrstev se také jedná o flyše s převládajícími psefity, psamity a pelity. Jílovité břidlice se nacházejí v nejvyšších polohách těchto vrstev (Příroda, s.r.o., 2013).

Z pedologického pohledu jsou poměry téměř vyrovnané napříč zájmovým územím, a to z důvodu málo diferencovaného podloží. Mezi primární půdní typ se řadí kambizem mezotrofní, nazývaná mezotrofní hnědou lesní půdou. Mírné rozdíly v tomto typu půdy jsou odlišeny pomocí kategorií lesních typů (Příroda, s.r.o., 2013).

Převládající kategorií je B – bohatá mezotrofní hnědá půda, která je hlinitá, písčitohlinitá až hlinitopísčitá, někdy štěrkovitá, dostatečně vlhká a kyprá. Mezi další kategorie lesních typů, vyskytující se v daném LHC patří acerózní, kapradinové, oglejené a deluviální. V přilehlém okolí vodních toků se typicky vyskytuje naplavená půda neboli fluvizem, která je písčitá až hlinitopísčitá, štěrkovitá, často velmi vlhká až ulehlá (Příroda, s.r.o., 2013).

3.14.3. Hydrologické a klimatické poměry

V LHC Vítkov se nachází mnoho lesních vodotečí, tůní, rybníků i přirozeně vzniklých nádrží. Z hydrologického hlediska je celá oblast LHC dobře protkaná hustou odvodňovací sítí, která se skládá z malých i velkých vodních toků a velmi důležitých řek Odrou a Moravicí (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023).

Zmiňovaná řeka Moravice odvodňuje zejména severní území LHC a její hlavní význam spočívá ve vybudování dvou vodních nádrží na jejím toku, které zásobují pitnou vodou velkou část Moravskoslezského kraje. Nejdříve byla postavena na jejím spodním toku vodní nádrž Kružberk, následně byla postavena na jejím horním toku nádrž Slezská Harta (OPRL, 2022).

Revír Budišov spadá dle klimatického dělení od Quitta (1971) do mírně teplé oblasti označované MT3. Tato oblast se táhne v linii Kružberk – Jánské Koupele – Vítkov – Spálov a vyznačuje se mírným, normálně trvajícím až delším jarním obdobím. Léto je zde zpravidla krátké, poměrně chladné i suché. Podzimní období má mírný průběh, je normálně dlouhé, někdy přetrvává i delší dobu. Zima je obvykle mírná až chladná s normální délkou trvání. Dle atlasu podnebí ČSR (1958) se revír Budišov řadí do mírně teplé oblasti B a vrchovinného okrsku B_8, který je mírně teplý a vlhký.

Druhý zájmový revír Červený Kopec se řadí na základě Quittova klimatického členění (1971) do klimatické oblasti chladné – CH7, která pokrývá oblast Červené hory. V této vymezené oblasti je léto velmi krátké, mírně chladné a vlhké. Jarní a podzimní období trvá poměrně dlouho a je typicky mírně chladné. Zima trvá dlouhou dobu, je mírně vlhká, ale sněhová pokrývka zůstává dlouho. Oproti revíru Budišov se nachází revír Červený Kopec v chladné oblasti okrsku C, který je mírně chladný C_1 (Atlas podnebí ČRS, 1958).

Nejnovější klimatická data byla získána od ČMHÚ a naměřená na meteorologické stanici Červená, která se nachází v blízkosti zájmových lokalit. Konkrétní průměrné teploty a průměrný úhrn srážek v jednotlivých letech jsou uvedeny v následující tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: Přehled průměrných ročních klimatických údajů naměřených na MS Červená (ČHMÚ)

Rok	Průměrný roční úhrn srážek (mm)	Průměrná roční teplota (°C)
2015	567,4	7,8
2016	793,5	7,1
2017	722,5	6,6
2018	571,1	7,8
2019	717,2	8,3
2020	862,1	7,6
2021	575,3	6,5
2022	637,3	7,5

Dle poskytnutých údajů se průměrná teplota v letech 2015 až 2022 pohybovala od 6,5 °C do 8,3 °C. Množství průměrných dešťových srážek kolísalo od 567 mm do 862 mm. Z výše uvedené tabulky vyplývá, že nejbohatším rokem na množství dešťových srážek byl rok 2020, který byl za posledních 10 let nejvydatnější. Během období výzkumu byl rok 2021 v průměru nejchladnější a nejchudší na množství dešťových srážek.

3.14.4. Zhodnocení přírodních poměrů

Revír Budišov

Dle nově zpracovaného LHP pro revír Budišov činí celková plocha porostní půdy necelých 1 228 ha a zastoupeny jsou jen dva lesní vegetační stupně. Zcela převládá 4. LVS bukový, který je zastoupen přes 70 %. Zbylých 30 % tvoří 5. LVS jedlobukový (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023).

Na revíru Budišov je vylišeno dohromady 8 cílových hospodářských souborů, v jejichž rámci pak bylo stanoveno 27 HS. Procentuálně nejvyšší zastoupení mají HS 443 (22,08 %) a HS 456 (17,57 %) (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023).

Na revíru Budišov se nacházejí jak lesy hospodářské, tak lesy zvláštního určení i lesy ochranné. Lesy ochranné pokrývají pouze zanedbatelnou výměru 1,5 ha. Jedná se o lesy na mimořádně nepříznivých stanovištích (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023).

Lesy zvláštního určení zaujímají poměrně velkou část revíru, a to z důvodu existence vodní nádrže, díky které jsou přilehlé lesy zařazeny do lesů v pásmech hygienické ochrany vodních zdrojů I. stupně. Konkrétně je zařazeno do PHO I. celkem 547,64 ha lesa. Malá část lesů zvláštního určení, pouze necelých 6 ha, má zvýšenou půdoochrannou funkci.

Mezi nejzastoupenější SLT na revíru Budišov se řadí 4B – bohatá bučina, 4S – svěží bučina a 5B – bohatá bučina. Z čehož vyplývá i nejvyšší procento zastoupení trofické řady živné, která zaujímá 96,40 % z celkové plochy revíru (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023).

Revír Červený Kopec

Stejné lesní vegetační stupně se nacházejí i na revíru Červený Kopec, ale jen v jiném poměru zastoupení. Jedlobukový lesní vegetační stupeň zde zcela převládá. Jeho zastoupení je stanoveno na 98,27 %. Druhým, pouze doplňujícím je 4. LVS bukový, který tvoří zbylé 1,73 %. Plocha porostní půdy zde pokrývá přes 1 130 ha (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023).

Pro zájmovou oblast Červeného Kopce bylo také vylišeno 8 cílových hospodářských souborů a pouze 18 HS. Nejzastoupenějším je HS 456 (41,95 %). Vysoké zastoupení má také HS 551 (22,32 %) a HS 553 (11,22 %). Obecně převažují na revíru cílové hospodářské soubory 45 - hospodářství na svěžích lesních půdách středních poloh a 55 - hospodářství

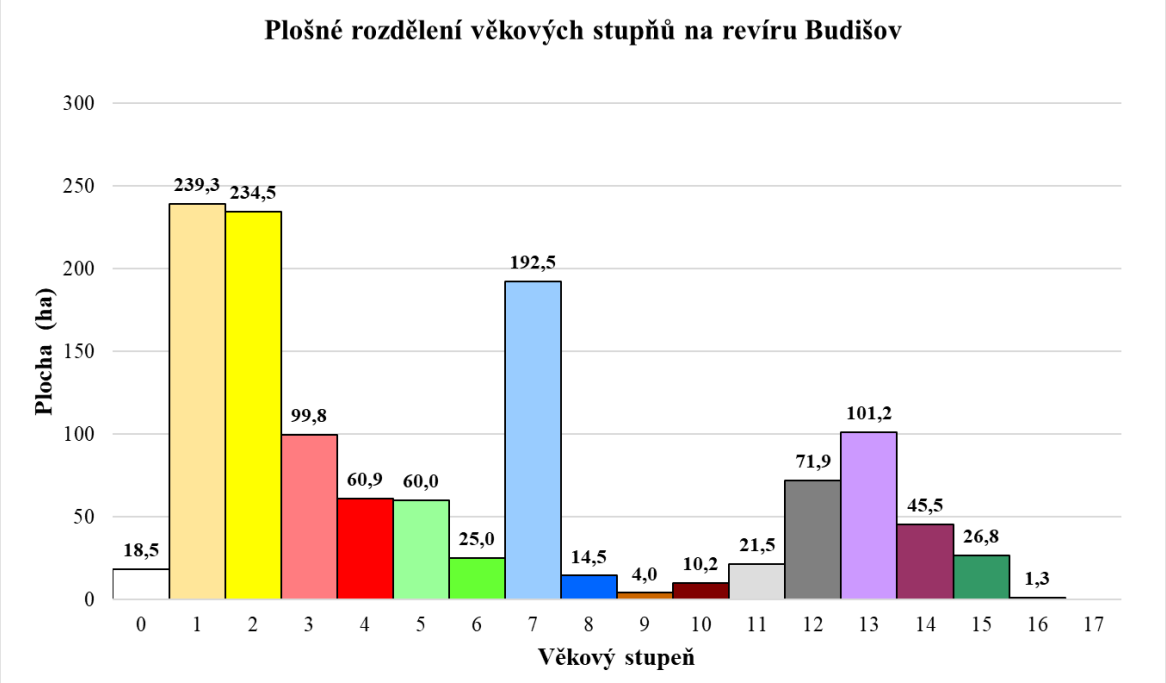
živných stanovišť vyšších poloh. Nacházejí se zde pouze lesy hospodářské (Lesnická projekce Frýdek-Místek a.s., 2023).

Na revíru Červený Kopec mezi nejzastoupenější SLT patří 5S – svěží jedlová bučina, která pokrývá téměř 60 % celkové plochy, druhým SLT je 5B – bohatá jedlová bučina a v poměrně vysokém zastoupení je i 5O – oglejená svěží (buková) jedlina. Opět je tedy nejzastoupenější živná řada, která pokrývá přes 90 % celkové plochy a oglejená řada, která zaujímá přes 8 % plochy.

3.14.5. Zhodnocení stavu lesa

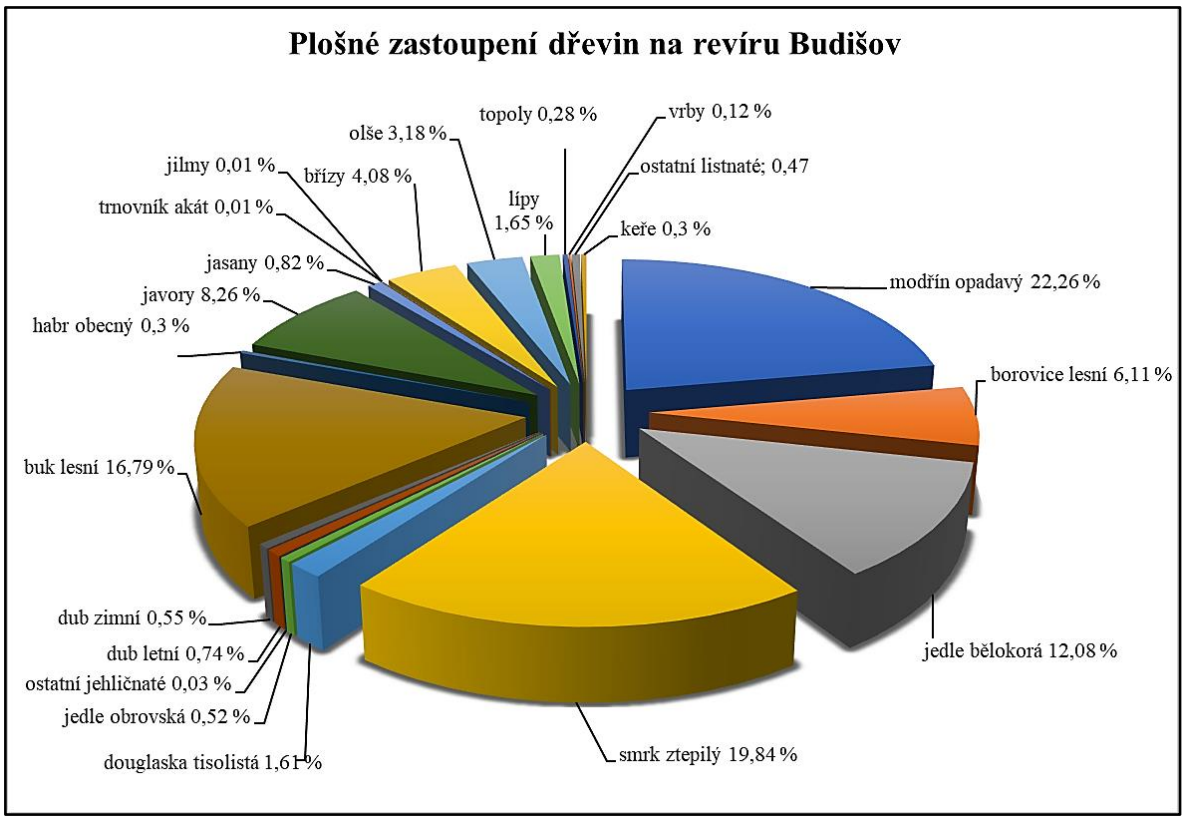
Revír Budišov

Na revíru Budišov mají nejvyšší plošné zastoupení 1. věkový stupeň a 2. věkový stupeň viz graf č. 1. Velkou výměru přes 192 ha zaujímá 7. věkový stupeň. Poměrně velkou plochu pokrývají starší věkové stupně, a to konkrétně 12. věkový stupeň (téměř 72 ha) a 13. věkový stupeň (101 ha).



Obr. č. 2: Grafické znázornění plošného rozdělení věkových stupňů na revíru Budišov

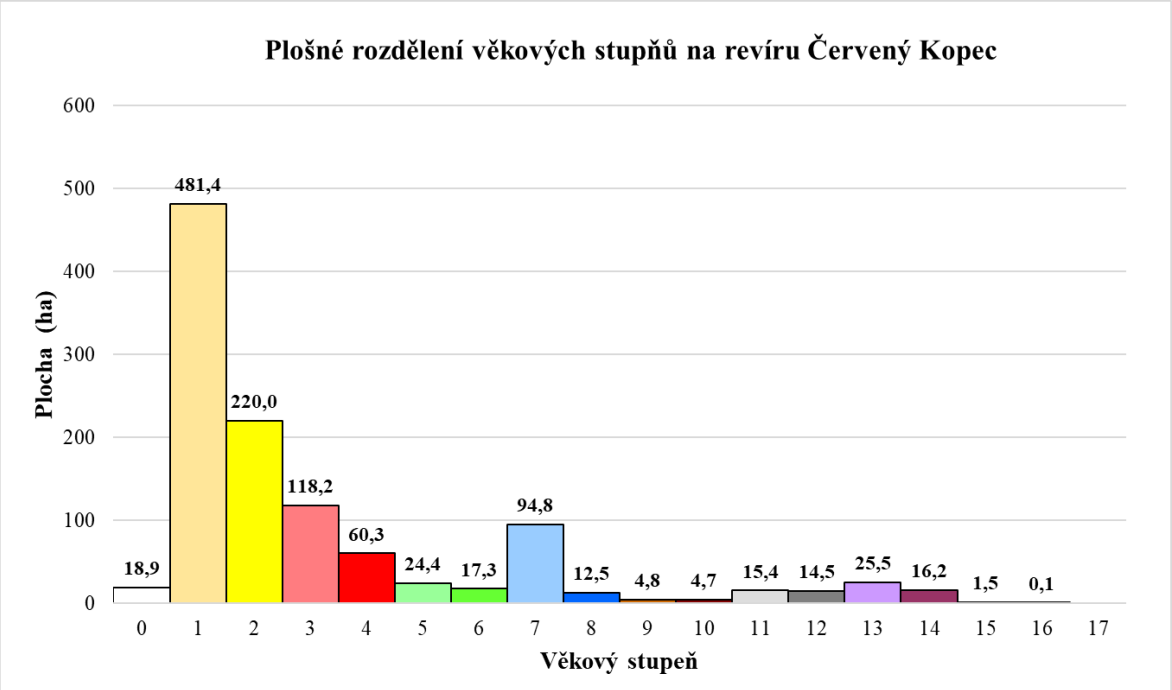
Druhová skladba je velmi pestrá, nejzastoupenější dřevinou na revíru Budišov je modřín opadavý (22,26 %), který má i nejvyšší objemovou zásobou. Vysoké zastoupení má z jehličnatých dřevin smrk ztepilý (19,84 %) a jedle bělokorá (12,08 %), která má sice nižší zastoupení než smrk, ale množstvím zásoby 21,67 % ho překonává. Z listnatých dřevin je pak nejzastoupenější buk lesní (16,79 %) a javory (8,26 %), které mají opět vyšší zásobu než buk.



Obr. č. 3: Graf plošného zastoupení dřevin na revíru Budišov

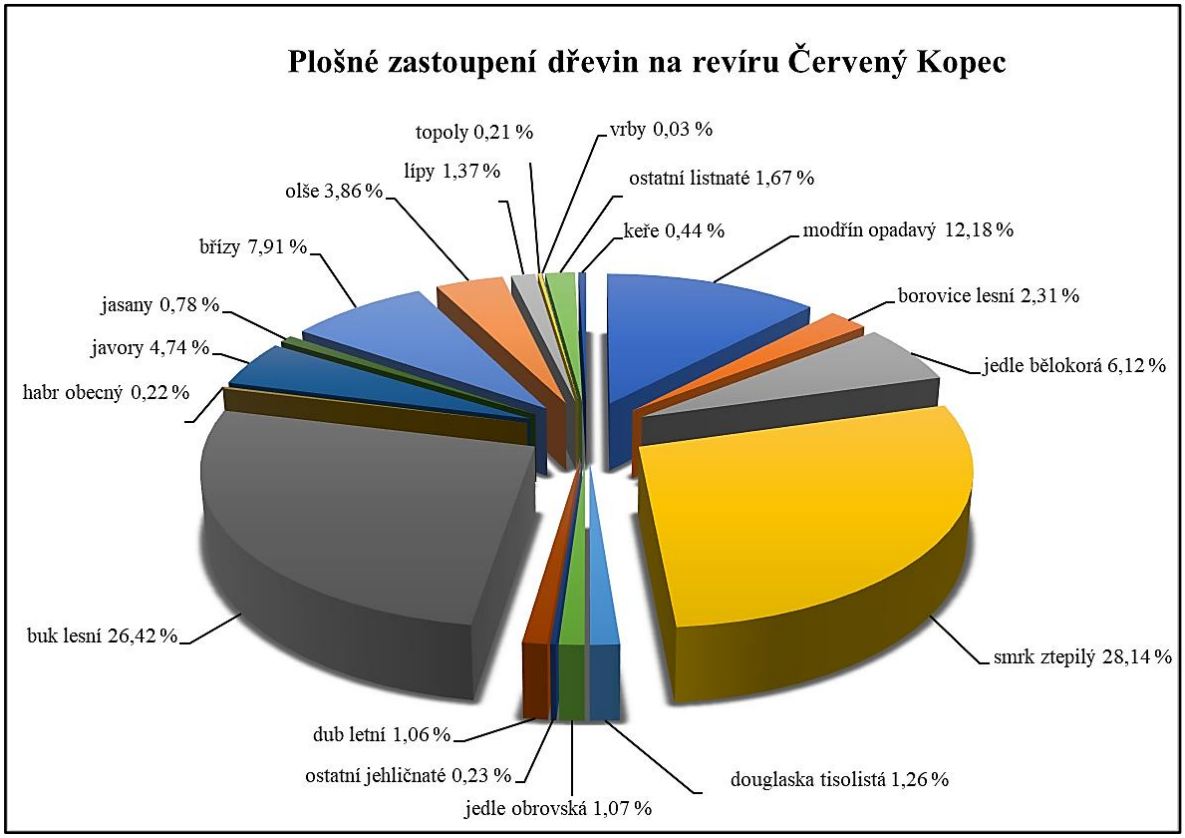
Revír Červený Kopec

Na revíru Červený Kopec je plošně nejzastoupenější 1. věkový stupeň, který svou výměrou 481 ha výrazně přesahuje plošné zastoupení ostatních věkových stupňů. Značnou část plochy zaujímá 2. věkový stupeň (220 ha) a 3. věkový stupeň (přes 118 ha). Zastoupení starších věkových stupňů je nízké, pouze 7. věkový stupeň pokrývá necelých 95 ha.



Obr. č. 4: Grafické znázornění plošného rozdělení věkových stupňů na revíru Červený Kopec

V druhové skladbě převládá smrk ztepilý, který pokrývá 28,14 % plochy revíru. Druhou nejzastoupenější dřevinou je modřín opadavý (12,18 %), který má ale procentuálně nejvyšší zásobu (38,89 %) ze všech zastoupených druhů dřevin na revíru Červený Kopec. Třetí v pořadí je buk lesní, který sice plošně zaujímá 26,42 %, ale zásobou je pouze na 7,31 %. Poměrně vysoké zastoupení má zde z jehličnatých dřevin ještě jedle bělokorá (6,12 %) a z listnatých dřevin javory (4,74 %) a olše (3,86 %).



Obr. č. 5: Graf plošného zastoupení dřevin na revíru Červený Kopec

4. Metodika

4. 1. Volba zájmových lokalit

Výběr zájmových lokalit byl proveden na dvou výše uvedených revírech. Na revíru Budišov byly založeny lokality v podmínkách živných stanovišť středních poloh (HS 45), kde byly některé ZKP uměle obnoveny bukem a na živných stanovištích vyšších poloh (HS 55) byly na vybraných ZKP vysazeny borovice. V případě revíru Červený Kopec se jedná o lokalitu v podmínkách oglejených stanovišť vyšších poloh. Zde byly ZKP zalesněny kombinací buku a borovice. Přehled rozvržení jednotlivých lokalit v rozdílných podmínkách CHS je zobrazeno v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3: Přehled vybraných lokalit

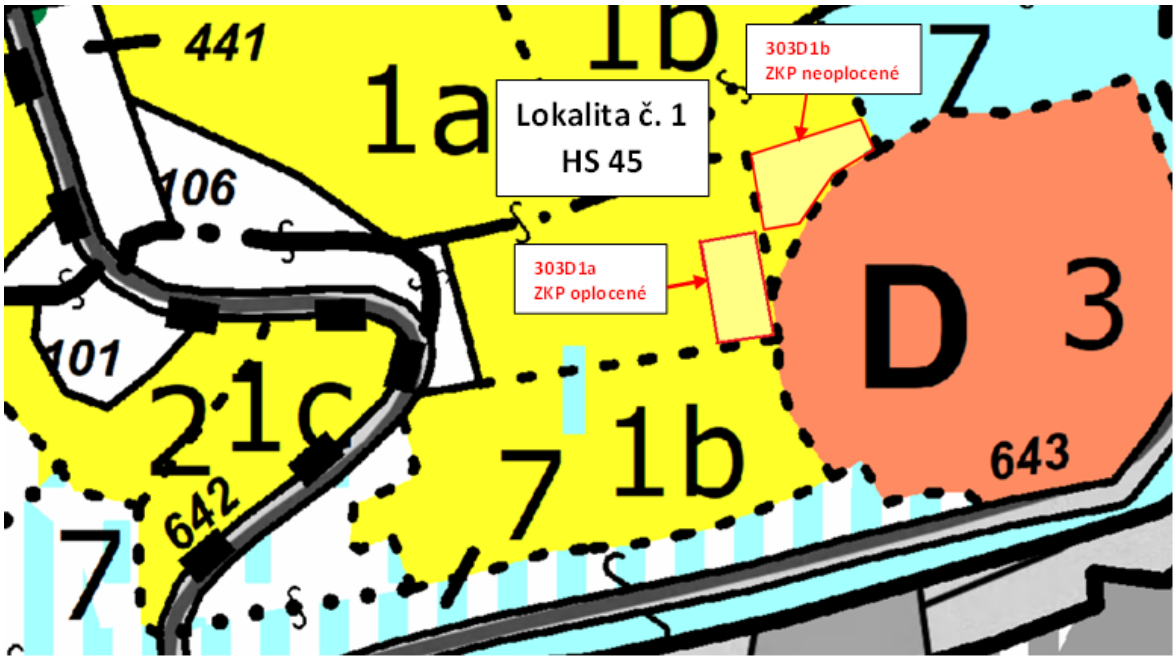
Lokalita	Revír	Porostní skupina	CHS	LVS	LT	Nadmořská výška	Zvolený druh dřeviny
č. 1	Budišov	303D1a 303D1b	45	4	4S7	510 m n.m.	BK
č. 2	Budišov	303F1b 304G1b	55	5	5B2	525 m n.m.	BO
č. 3	Červený Kopec	424C1a	57	5	5O1	670 m n.m.	BK, BO

4.2. Charakteristika zájmových lokalit

Lokalita č.1

Zájmová lokalita č. 1 se nachází v blízkosti vodní nádrže Kružberk, asi 5 km severně od města Budišov nad Budišovkou. Zkusné plochy byly založeny v porostních skupinách 303D1a (oplocené ZKP) a 303D1b (neoplocené ZKP).

Jejich umístění je znázorněno na obrázku č. 6. Celý dílec D spadá do pásma hygienické ochrany vodních zdrojů I. stupně. Dle platného LHP se jedná o porostní skupiny v cílovém hospodářském souboru živných stanovišť středních poloh – CHS 45. Lesním typem je zde 4S7 – svěží bučina skeletnatější. Celková výměra obou porostních skupin činí 1,39 ha. Lokalita se nachází v nadmořské výšce 510 m n.m. a spadá do katastrálního území Lesy.

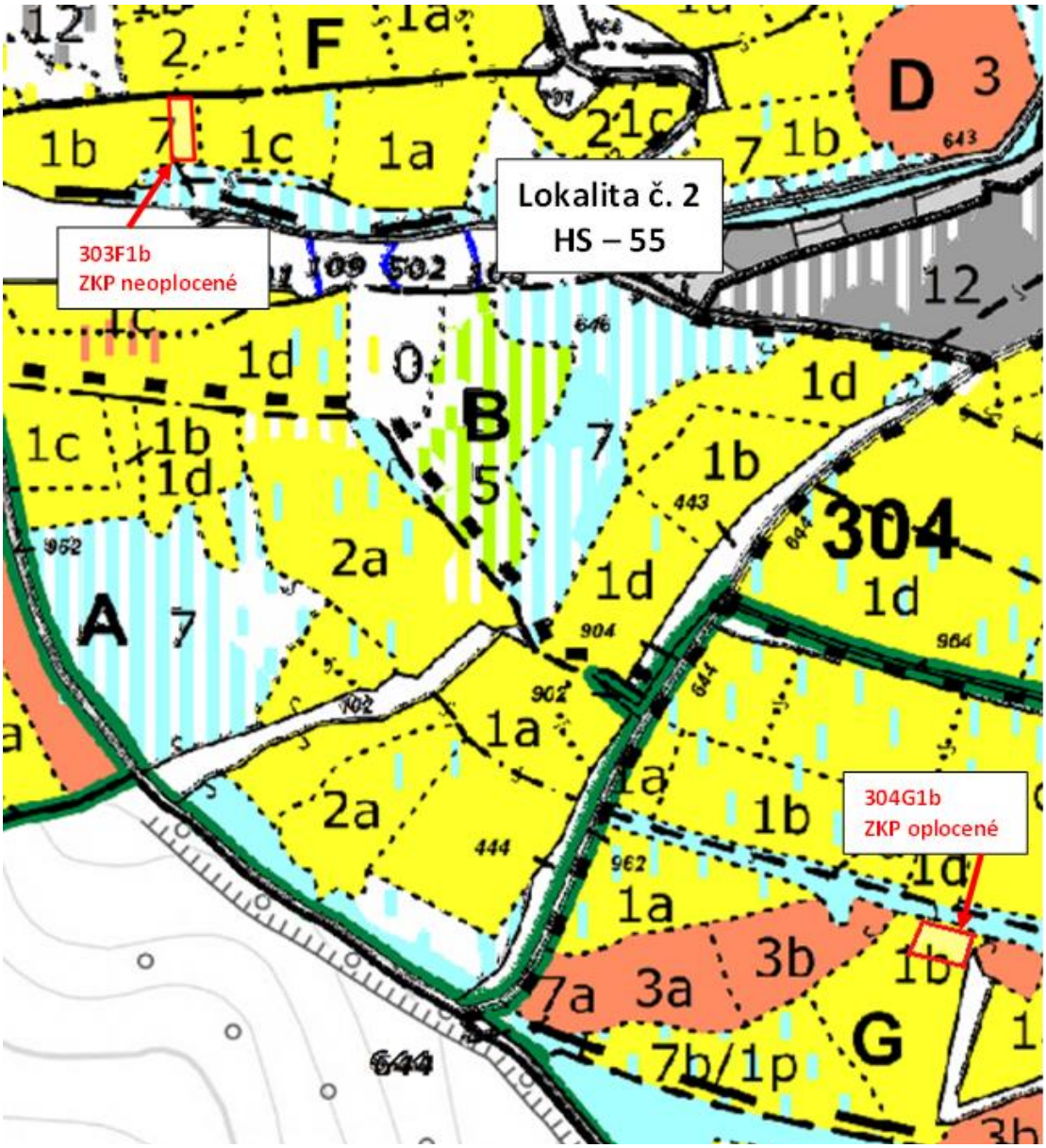


Obr. č. 6: Zájmová lokalita č. 1 v porostní mapě revíru Budišov

Původně byla tato lokalita porostlá smrkovou kmenovinou se zastoupením smrku přes 80 %. Zbývající dřevinné složení doplňovaly modříny a javory. Expozice porostní skupiny se nachází v mírném jihovýchodním svahu. Porost byl do značné míry poškozován ohryzem a václavkou, což vytvořilo vhodné podmínky pro napadení lýkožroutem smrkovým. Všechny tyto faktory vedly k celkovému rozpadu porostu a vzniku holiny v roce 2019. Na této lokalitě je stále evidentní silný tlak zvěře, proto jsou zde nově obnovované porosty oplocovány či natírány.

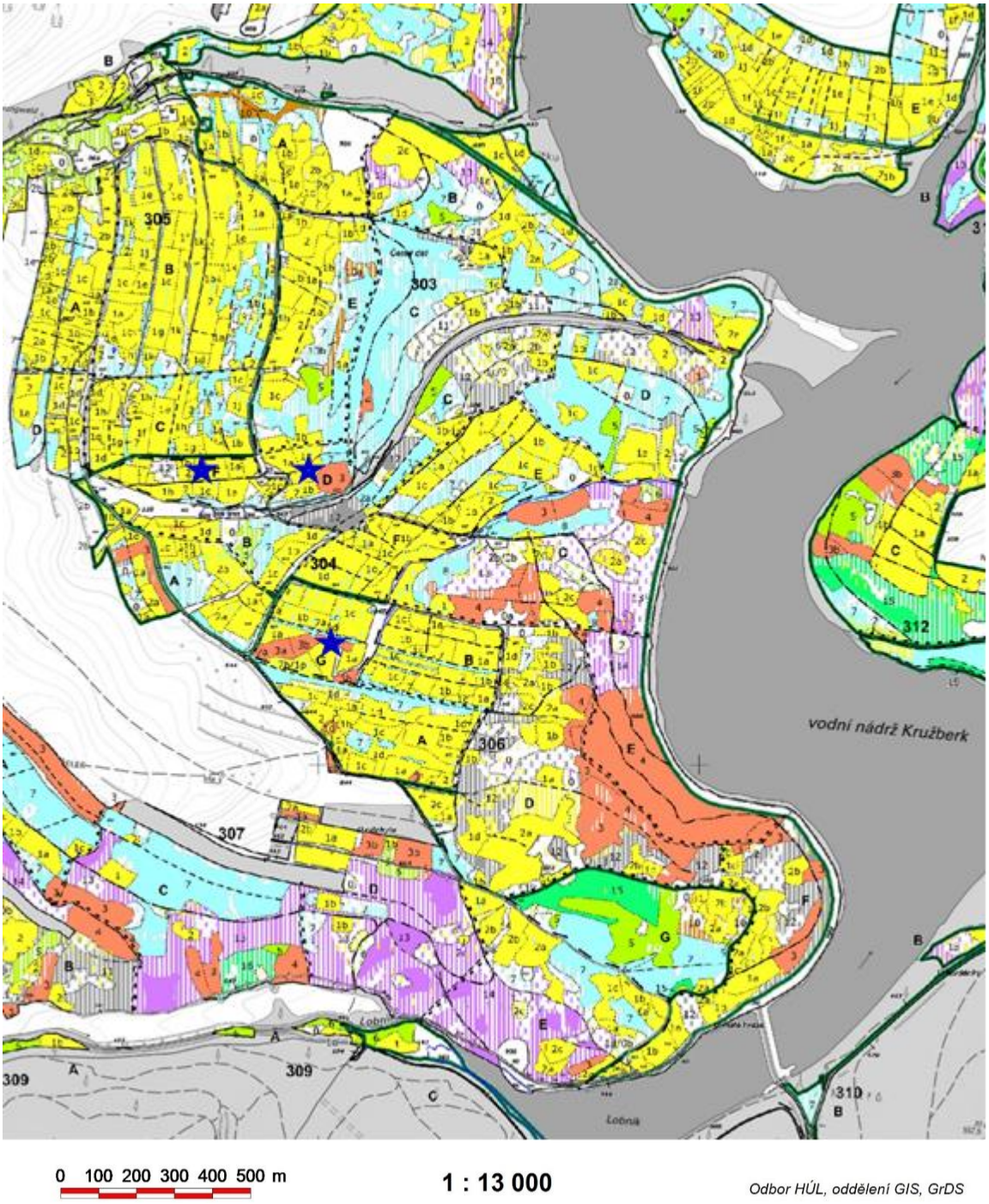
Lokalita č. 2

Lokalita č. 2 se také nachází u vodní nádrže Kružberk, poblíž lokality č. 1. V případě této zájmové oblasti byly zkusné plochy rozděleny na dvě místa. Oplocené ZKP byly založeny v porostní skupině 304G1b a neoplocené ZKP v porostní skupině 303F1b. Jejich prostorové rozmístění je zobrazeno na obrázku č. 7. I zde spadají obě porostní skupiny do pásma hygienické ochrany vodních zdrojů I. stupně. Cílovým hospodářským souborem je CHS 55 – živná stanoviště vyšších poloh. Lesní typ je pro obě místa stejný, 5B2 – bohatá jedlová bučina. Porostní skupina 303F1b i 304G1b se nacházejí v katastrálním území Lesy v nadmořské výšce 525 m n.m.



Obr. č. 7: Zájmová lokalita č. 2 v porostní mapě revíru Budišov

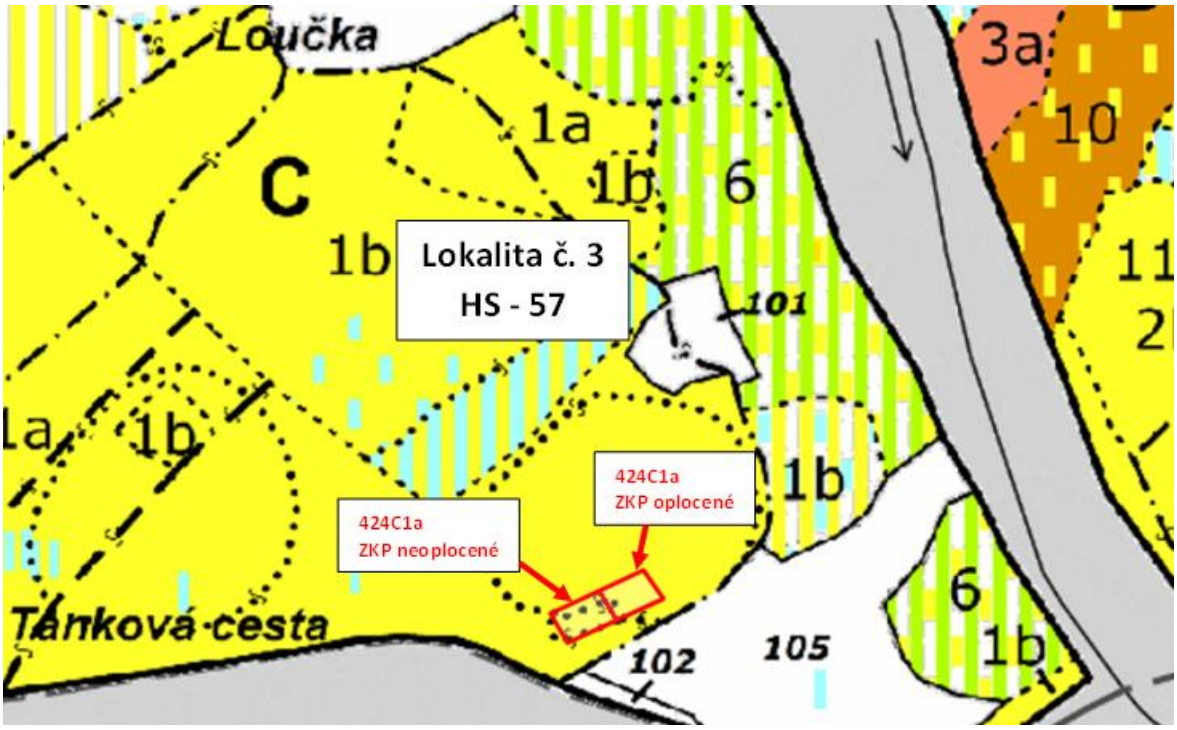
V minulosti měl největší zastoupení, téměř 90 %, v obou porostních skupinách smrk, vtroušeně byly zastoupeny modříny, douglasky a javory. V případě porostní skupiny, původně 303F06, byl smrk vysazen na zemědělské půdě, což předurčovalo náchylnost k působení různých faktorů. Oba porosty byly vytěženy v důsledku větrné kalamity a doznívající kůrovcové kalamity v roce 2019. Na plochách zůstaly jen výstavky modřínů opadavých a douglasek tisolistých.



Obr. č. 8: Umístění zájmových lokalit na revíru Budišov

Lokalita č. 3

Zájmová lokalita č. 3 leží v nadmořské výšce 670 m n.m. a nachází se nedaleko nejvyššího bodu LHC Vítkov – Červené hory, kde se zároveň tyčí meteorologická stanice Červená. Výzkumné plochy jsou od města Budišov nad Budišovkou vzdáleny přibližně 6 km jihozápadním směrem a tvoří hranici s Vojenskými lesy a statky Lipník nad Bečvou. Celá lokalita byla umístěna do porostní skupiny označené dle nového LHP 424C1a. Jako cílový hospodářský soubor je pro zájmovou plochu vylišen CHS 57, jedná se tedy o oglejená stanoviště vyšších poloh. Lesním typem je 5O1 – oglejená svěží (buková) jedlina. Výměra porostní skupiny činí téměř 10 ha a spadá do katastrálního území Podlesí nad Odrou. Celé oddělení C je zařazeno do prvku ÚSES s vymezením regionálního biocentra, který svými poměry a velikostí poskytuje možnost stálé existence přirozeného nebo přírodě blízkého ekosystému.



Obr. č. 9: Zájmová lokalita č. 3 v porostní mapě Červený Kopec

Porostní skupina měla ze všech zájmových lokalit nejvíce pestré druhové zastoupení dřevin, ale opět zde převládal smrk ztepilý, který byl zastoupen 67 %, dle již neplatného LHP. Dále se zde nacházely olše, břízy, modříny, vrby a jasany. Jednalo se o růstově diferencovaný porost, ale mezernatý a rostoucí na podmáčené lokalitě. Postupně byl porost v průběhu kůrovcové kalamity těžen a dotěžen byl v roce 2018. Na ploše zůstalo jen pár solitérních jedinců bříz a borovic, rozmístěných po obvodu porostní skupiny.

4.3. Založení zkusných ploch

V jarním období roku 2020 bylo na každé ze tří vybraných lokalit s různými hospodářskými soubory, konkrétně HS 45, 55 a 57 založeno 6 zkusných ploch. Lokalita č. 2 musela být rozmístěna do dvou odlišných porostních skupin, ale se stejnými přírodními poměry. Celkem tedy bylo zaleženo 18 zkusných ploch, každá o výměře 0,01 ha.

Jednotlivé plochy se od sebe odlišovaly dle zvoleného způsobu obnovy (umělá, přirozená obnova), ochranou proti zvěři (oplocená, neoplocená, s nátěrem, bez nátěru) a prováděním pěstebních úkonů (s ožinem, bez ožinu).
Za tímto účelem byla každá lokalita rozdělena na 6 dílčích ZKP. Toto rozdělení umožnilo sledovat, evidovat a vyhodnocovat jednotlivé přírůsty, vliv působení různých faktorů na odrůstání, vývoj, zdravotní stav jedinců a také výskyt přirozené sukcese v rámci totožných přírodních podmínek jednoho HS.

Následně bylo provedeno obdobné porovnání z důvodu vyhodnocení míry vlivu odlišných přírodních podmínek na odrůstání výsadeb, zdárnosti umělé obnovy a výskytu přirozené obnovy navzájem mezi všemi zvolenými HS.

Mezi hlavní faktory mající vliv na výsadby v rámci odlišných HS i výskyt přirozené sukcese jsou považovány teplota, množství a intenzita srážek, poloha (nadmořská výška), vegetační kryt, hustota buřeně a působení zvěře. Z tohoto důvodu byly ZKP na jednotlivých lokalitách v rozdílných HS rozděleny následovně:

1. zkusná plocha – neoplocená, bez umělé obnovy, bez ožinu a bez ochrany proti zvěři

2. zkusná plocha – oplocená, bez umělé obnovy a bez ožinu

3. zkusná plocha – neoplocená, s umělou obnovou, bez ožinu a bez ochrany proti zvěři

4. zkusná plocha – neoplocená, s umělou obnovou, s ožinem a s ochranou proti zvěři

5. zkusná plocha – oplocená, s umělou obnovou a bez ožinu

6. zkusná plocha – oplocená, s umělou obnovou a s ožinem

Na každé lokalitě byly ponechány dvě ZKP k projevení přirozené sukcese. Další čtyři ZKP byly uměle obnoveny s rozdílnými pěstebními zásahy a ochrannými opatřeními. Ze všech uměle obnovených ploch byly čtyři ZKP zalesněny borovicí lesní (HS 55), čtyři bukem lesním (HS 45) a zbývající čtyři kombinací těchto dvou dřevin (HS 57).

4.3.1. Příprava stanoviště a péče o výsadby

Všechny zájmové plochy byly před samotnou výsadbou předpřipraveny. Lokalita č. 1 a část lokality č. 2, konkrétně ZKP umístěné v porostní skupině 304G1b na revíru Budišov byly mechanicky vydrceny drtiči a na zbylých ZKP v porostní skupině 303F1b na revíru Budišov byl pouze shrnut klest. Na revíru Červený Kopec bylo na lokalitě č. 3 provedeno shrnutí klestu a narušení půdního povrchu. Zalesnění zvolených ploch bylo provedeno v jarním období roku 2020. V případě umělé obnovy se jednalo o klasickou ruční jamkovou sadbu v řadách. Byly používány krytokořenné i prostokořenné sazenice. Celkem bylo na lokalitě č. 1 vysazeno 347 sazenic buku lesního (*Fagus sylvatica*), na lokalitě č. 2 celkem 354 jedinců borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a na lokalitě č. 3 byly tyto dva druhy dřevin nakombinovány v počtu 188 jedinců buku a 172 jedinců borovice. Dohromady bylo vysazeno 1 061 jedinců, z nichž bylo 526 sazenic borovice lesní a 535 sazenic buku lesního.

Na zkusných plochách v každé z lokalit, které měly být chráněny před zvěří byly vybudovány drátěné oplocenky, každá o velikosti 0,03 ha. Celkem tedy byly postaveny 3 oplocenky.

Některé sazenice vysazené v neoplocených ZKP byly natírány zvolenými přípravky, aby byly do určité míry chráněny proti škodám zvěří a některé byly nechány zcela bez ochranných opatření.

Vybrané ZKP založeny uměle i ponechané k projevení přirozené sukcese byly vyžínány během vegetačních období a některé byly ponechány zcela bez zásahu po celou dobu všech vegetačních období. Vyžínání nežádoucí vegetace ať už na uměle založených ZKP nebo na přirozeně se obnovujících ZKP probíhalo ručně, na některé lokalitě celoplošně a někde v pruzích pomocí křovinořezů jednou až dvakrát během vegetační sezóny.

4.4. Získávání dat

U všech vysazených sazenic na ZKP byl měřen výškový a tloušťkový přírůst v rámci tří vegetačních období. První měření proběhlo na jaře ihned po výsadbě v roce 2020 a poté na podzim téhož roku. Další měření proběhlo na konci vegetačního období roku 2021 a poslední měření se uskutečnilo na podzim roku 2022. Dále byli v průběhu výzkumu evidováni uhynulí jedinci či poškození vlivem zvěře, buřeně a jiných faktorů. Plochy ponechány k projevení přirozené sukcese byly během vegetačních období procházeny a zaznamenávaly se přirozeně se zmlazující druhy dřevin a jejich množství v jednotlivých ZKP.

Výška nadzemní části sazenice se měřila od kořenového krčku po terminální pupen s přesností na desetiny centimetru s použitím svinovacího metru. Měření kořenového krčku probíhalo za pomocí digitálního posuvného měřítka s přesností na desetiny milimetru. Jednotlivé zkusné plochy byly označeny dřevěnými cedulkami, tak aby byl pokaždé stejný směr postupu měření a byli měřeni ti samí jedinci.

V rámci průběhu měření během tří vegetačních období byly monitorovány a evidovány škody způsobené zvěří, hmyzem a buření. Při každém měření byly zaznamenány počty jedinců poškozených zvěří, hmyzem či uhynulých z důvodu útlaku buřeně nebo z jiného důvodu. Škody zvěří se projevovaly zejména okusem terminálních i bočních výhonů. U těchto škod byla zaznamenána pouze jejich přítomnosti, bez míry rozsahu poškození. Dále byli evidováni jedinci napadení hmyzem – klikorohem borovým (*Hylobius abietis*). Výskyt tohoto škůdce byl pozorován pouze v prvním roce po výsadbě.

Tlak nežádoucí vegetace byl monitorován a zaznamenáván na jednotlivých ZKP ponechaných po celou dobu výzkumu bez ožinu.

4.5. Zpracování dat

Veškerá data získaná z terénního šetření byly zaznamenávána do zápisníku a poté přepsána do předem připravených tabulek v programu Microsoft Excel, pro účely získání jednotného formátu vstupních dat ke statistickému porovnání, které se provádělo v prostředí statistického programu R (R Development Core Team 2017). Statistický program byl využit pro grafické zobrazení, a především pro statistickou analýzu dat. V programu Microsoft Excel byly pak tvořeny tabulky a doplňující grafy.

Aby byly naměřená data přehledná, byl v programu MS Excel vytvořen pro každou lokalitu s rozdílným HS samostatný soubor, který obsahoval šest dílčích listů, pro každou ZKP zvlášť. V rámci každé ZKP byla sestrojena tabulka pro každý rok zvlášť s následujícími parametry: označení ZKP, pořadové číslo jedince, druh dřeviny, tloušťka kořenového krčku a výška nadzemní části v daném roce, typ poškození potažmo úhyn. Pro ZKP ponechané k přirozené obnově byla sestrojena pouze jednoduchá tabulka s druhem vyskytujících se dřevin a jejich počtem každý rok.

Výšky nadzemních částí a tloušťky kořenových krčků byly měřeny v daném roce jen u životaschopných jedinců. Dále byli zaznamenáni ti jedinci, kteří uhynuli následkem sucha,

útlakem bořeně či poškozením zvěří. Také byly evidovány zaschlé terminály a u borovic škody způsobené klikorohem borovým (*Hylobius Abietis*).

Ve výsledcích jsou porovnány průměrné výškové přírůsty a průměrné tloušťkové přírůsty jedinců dosažené na každém typu ZKP a na každé lokalitě, dále vyhodnocení míry vlivu zvěře v případě neoplocených ploch, vliv ožinu na výškové a tloušťkové přírůsty a celková mortalita.

Porovnání a statistická analýza

Z naměřených tloušťkových a výškových přírůstů byly vypočítány průměrné přírůsty jedinců na dané ZKP a typu HS pro každý rok zvlášť, na základě čehož byly stanoveny celkové průměrné přírůsty. Tyto výsledky byly zpřehledněny v tabulkách a graficky znázorněny za pomocí programu Microsoft Excel.

Následně byly získané biometrické veličiny, výšky a tloušťky dřevin testovány pomocí dvou faktorové ANOVY k posouzení významnosti rozdílu průměrných hodnot mezi jednotlivými variantami byl využit Tukeyho test. Statistické analýzy probíhaly v prostředí programu R (R Development Core Team 2017) a byly stanoveny pro hladinu významnosti alfa = 0,05.

Výstupem zpracovaných dat byly krabicové grafy zobrazující porovnání přírůstů buků a borovic dosažených na jednotlivých typech ZKP i HS s ohledem na způsob ochrany (oplocené, neoplocené plochy) či pěstebních opatření (vyžínané, nevyžínané plochy). S přihlédnutím na množství dat a práci se dvěma druhy dřevin, bylo statistické porovnávání zpracováno pouze pro poslední rok výzkumu.

Působení bořeně na odrůstání jedinců bylo hodnoceno na základě srovnávání přírůstů dosažených na zkusných plochách s ožinem nebo bez ožinu, zvlášť pro buky a borovice v rámci zvolených HS.

Vliv zvěře byl vyhodnocen na základě evidovaných počtů poškozených jedinců, porovnáním přírůstů mezi oplocenými a neoplocenými plochami, či ploch bez ochrany proti zvěři v podobě nátěrů.

Celkový nezdar zalesnění a mortalita byla vyhodnocena a procentuálně porovnávána mezi stejnými typy zkusných ploch založených v odlišných hospodářských souborech během celé doby výzkumu.

Potenciál přirozené obnovy byl vyhodnocen na základě četnosti jednotlivých druhů dřevin a jejich zastoupení monitorovaného v rámci každého roku zvlášť.

Pro základní statistické zhodnocení bylo použito vícenásobné porovnání středních hodnot neboli analýza rozptylu ANOVA, pro zjištění, zda měřené veličiny, výšky nebo tloušťky, jsou ovlivněny nějakým faktorem. Při vyhodnocování byla vždy stanovená nulová hypotéza, že střední hodnoty měřené veličiny ve všech typech ZKP a HS jsou shodné, tedy že faktor např. ožínání, oplocení nemá vliv na měřenou veličinu. Na základě výsledku testu byla stanovená hypotéza buď přijímána nebo zamítána. Pokud byla zamítnuta přijala se alternativní hypotéza. Následně ke zjištění, mezi kterým typem zkusných ploch existuje statisticky významný rozdíl bylo využito párové porovnání pomocí Tukeyho testu.

Dále byl porovnáván vliv vyžínání na výškové a tloušťkové přírůsty buků a borovic u oplocených ploch, následně u neoplocených ploch, také byl porovnáván vliv oplocení nebo neoplocení na výškové a tloušťkové přírůsty u ožínaných a zvlášť u neožínaných ploch.

Ekonomické zhodnocení

Proběhlo také vyhodnocení a porovnání ekonomické náročnosti obnov v rámci všech typů zkusných ploch s cílem vyhodnocení účelnosti jednolitých druhů obnov s rozdílnými ochrannými a pěstebními zásahy. Konkrétně se tedy jednalo o šest typů ZKP, v nichž se vynaložené náklady na umělou obnovu lišily dle množství vysazených sazenic, druhu a formě aplikace ochranného nátěru, formě vyžínání, způsobu přípravy stanoviště atd. Do výpočtů byly zahrnuty náklady na stavbu oplocenek, pořízení sazenic, drcení a shrnování klestu, náklady na samotnou výsadbu sazenic.

Potřebné informace ohledně cenových údajů k ekonomickému zhodnocení byly získány z lesní hospodářské evidence daného revíru pro každý rok zvlášť. Přesné ceny a celkové finanční náklady vynaložené během období tří let na jednotlivé ZKP, lokality a druhy obnov byly tabelárně zpracovány.
Na základě těchto zpracovaných podkladů byla provedena kalkulace a následné zhodnocení efektivnosti jednotlivých druhů obnov s odlišnými pěstebními a ochrannými opatřeními.

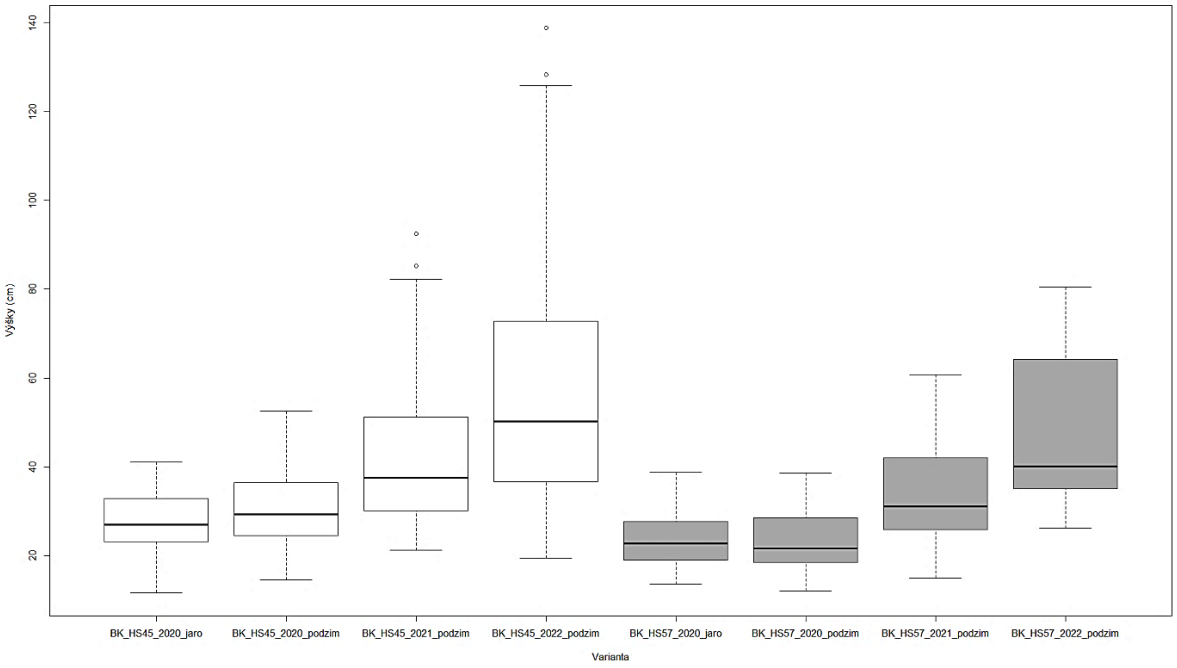
5. Výsledky

5.1. Vyhodnocení a porovnání jednotlivých přírůstů

Během výzkumu byly v jednotlivých vegetačních obdobích měřeny tloušťky kořenových krčků a výšky, které jedinci dosahovali v průběhu trvání výzkumu v podmínkách tří rozdílných hospodářských souborů (HS 45, HS 55 a HS 57). Jelikož byly do výzkumu zahrnuty dva druhy dřevin vysazené vždy v kombinaci na dvou hospodářských souborech, byly zpracovány pro přehlednost a možnost srovnání krabicové grafy zvlášť pro buk lesní a zvlášť pro borovici lesní.

5.1.1. Výškový přírůst buku lesního

Na typu zkusných ploch č. 6, které byly oploceny a ožínány bylo na jaře 2020 vysazeno celkem 110 jedinců buku lesního v rámci dvou hospodářských souborů. Konkrétně bylo vysazeno 80 sazenic buku lesního na HS 45 a 30 sazenic buku lesního na HS 57.



Obr. č. 10: Graf výšek BK na oplocených a ožínaných plochách v HS 45 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022

Z grafu na obrázku č. 10 je zřejmé, že úspěšněji odrůstali jedinci buku lesního v podmínkách hospodářského souboru 45, ale hodnoty se vyznačují vyšší rozkolísaností než v případě hodnot výšek jedinců odrůstajících v HS 57.

Již na jaře prvního roku výzkumu byl mezi středními hodnotami výšek rozdíl, pro HS 45 byla střední výška buků 27,0 cm a 22,8 cm v HS 57. V případě jedinců odrůstajících v HS 57 vycházela na konci prvního vegetačního období střední hodnota naměřených výšek dokonce nižší než na jaře při založení výzkumu, a to 21,6 cm, což bylo způsobeno mrazem, který poškodil terminály a měřené přírůsty tak byly záporné. Tuto skutečnost dokládá i následující tabulka č. 4, ze které je evidentní, že na jaře byla naměřená průměrná výška buků 24,17 cm a na podzim téhož roku 23,82 cm. Průměrný výškový přírůst dosáhl záporné hodnoty - 0,35 cm.

Největších přírůstů dosáhly buky v posledním vegetačním období 2022. Opět je zde výrazný rozdíl mezi jedinci rostoucími v HS 45 a HS 57. Pro buky v HS 45 činila hodnota středních výšek 50,2 cm a 50 % hodnot se pohybovalo v rozmezí 36,7 cm až 73,1 cm. Také zde byla naměřená nejvyšší hodnota 138,8 cm.

Na oglejených stanovištích HS 57 dosáhla v posledním roce výzkumu střední hodnota výšek 40,1 cm. Rozptyl daný dolním a horním kvartilem byl od 33,9 cm do 65,4 cm. Skokový výškový přírůst je patrný mezi rokem 2020 a 2021, kdy rozdíl středních výšek buků v HS 45 činil 8,3 cm, v HS 57 byl rozdíl o něco vyšší, a to 9,45 cm.

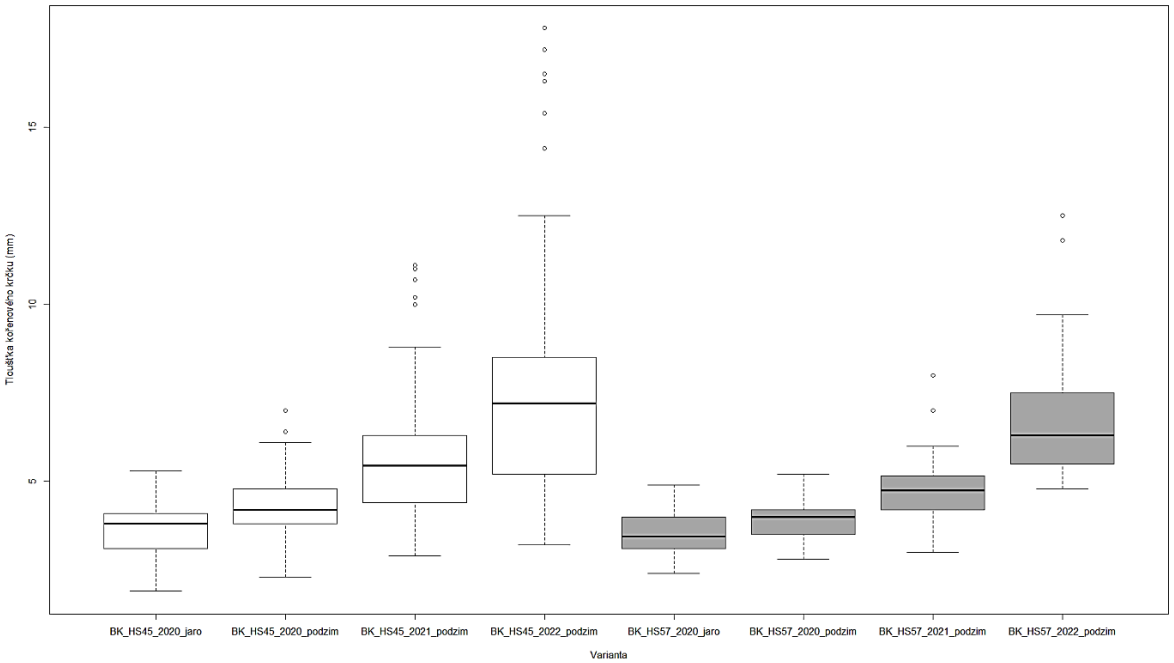
Tabulka č. 4: Průměrný výškový přírůst BK na oplocených a ožínaných plochách v HS 45 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022

BK (cm)	**Průměrná výška jaro 2020**	**Průměrná výška podzim 2020**	**Průměrná výška podzim 2021**	**Průměrná výška podzim 2022**
HS 45	26,15	31,09	42,88	57,8
HS 57	24,17	23,82	34,02	47,07
BK (cm)	**Průměrný výškový přírůst 2020**	**Průměrný výškový přírůst 2021**	**Průměrný výškový přírůst 2022**	**Průměrný výškový přírůst**
HS 45	4,94	11,79	14,92	10,55
HS 57	- 0,35	10,2	12,87	7,57

Také z tabulky č. 4 je zřejmé, že buky měly v průměru mnohem větší přírůsty na živných stanovištích v HS 45. Největších průměrných výškových přírůstů dosáhly buky v obou případech v posledním vegetačním období.

5.1.2. Tloušťkový přírůst buku lesního

Tloušťkový přírůst byl měřen a zaznamenáván u stejných sazenic buku lesního, jako v případě měření výškového přírůstu, na totožných oplocených a ožínaných zkusných plochách č. 6, opět pouze ve dvou HS.



Obr. č. 11: Graf tlouštěk BK na oplocených a ožínaných plochách v HS 45 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022

Krabicový graf na obrázku č. 11 znázorňuje rozdělení hodnot tlouštěk kořenových krčků v rámci HS 45 a HS 57 pro buky na jaře v prvním roce výzkumu a poté vždy na konci vegetačního období 2020, 2021 a 2022. U tohoto grafu si lze povšimnout určité podobnosti ve vývoji přírůstů tlouštěk s předchozím grafem znázorňující přírůsty výšek.

Stejně jako u předešlého grafu dosahují vyšších tloušťkových přírůstů buky v podmínkách hospodářského souboru 45. Již v prvním roce výzkumu byly tloušťky kořenových krčků rozdílné mezi buky v HS 45 a HS 57. Na živných stanovištích se 50 % naměřených tlouštěk kořenových krčků na podzim 2020 pohybovalo v rozmezí od 3,8 mm do 4,8 mm, přičemž nejnižší naměřená hodnota byla 2,3 mm a nejvyšší 7,0 mm. Střední hodnota dosáhla 4,2 mm, což je téměř shodné s hodnotou 4,35 mm, kterou představuje aritmetický průměr tloušťky krčků buků na konci 1. vegetačního období viz tabulka č. 5.

V HS 57 se polovina naměřených hodnot pohybovala na konci vegetačního období 2020 v rozpětí od 3,5 mm do 4,25 mm. Minimální i maximální naměřená tloušťka krčku byla nižší než v HS 45. Minimální tloušťka byla 2,8 mm a maximální 5,2 mm. Střední hodnota na podzim 2020 dosáhla 4,0 mm a aritmetický průměr tloušťky kořenového krčku činil 3,95 mm, což je o 0,40 mm v průměru méně než v případě HS 45.

Hodnoty tlouštěk kořenových krčků buků měly obecně poměrně široké rozpětí v případě hospodářského souboru 45, zejména v posledním roce výzkumu, kde se rozptyl poloviny hodnot pohyboval od 5,2 mm do 8,5 mm. Medián střední tloušťky byl roven 7,2 mm a průměrná tloušťka kořenových krčků činila 7,8 mm.

V méně příznivých podmínkách HS 57 dosáhla v posledním vegetačním období roku 2022 naměřená střední hodnota tloušťky kořenového krčku jen 6,3 mm a aritmetického průměru 6,95 mm. To je o 0,85 mm méně v porovnání s průměrným přírůstem buků na živných stanovištích. Rozpětí 50 % naměřených hodnot tlouštěk krčků na podzim 2022 bylo oproti HS 45 nízké. Polovina hodnot se nacházela v rozmezí 5,5 mm až 7,7 mm.

Největší tloušťky kořenových krčků byly naměřeny v posledním roce výzkumu, na oglejeném stanovišti byla zaznamenána tloušťka 12,5 mm a na živném stanovišti 17,8 mm.

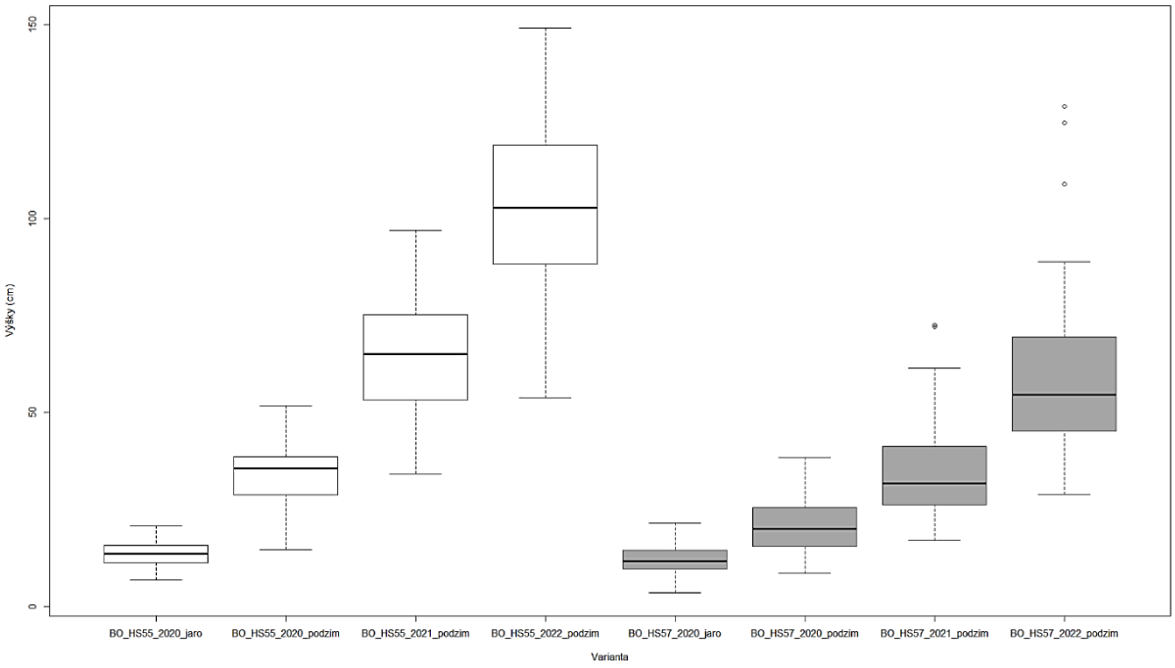
Tabulka č. 5: Průměrný tloušťkový přírůst kořenových krčků BK na oplocených a ožínaných plochách v HS 45 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022

BK (cm)	**Průměrná tloušťka jaro 2020**	**Průměrná tloušťka podzim 2020**	**Průměrná tloušťka podzim 2021**	**Průměrná tloušťka podzim 2022**
HS 45	3,47	4,35	5,77	7,8
HS 57	3,55	3,95	4,83	6,95
BK (cm)	**Průměrný tloušťkový přírůst 2020**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2021**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2022**	**Průměrný tloušťkový přírůst**
HS 45	0,88	1,42	2,03	1,44
HS 57	0,40	0,88	2,12	1,13

V tabulce č. 5 jsou vypsány průměrné tloušťky a průměrné přírůsty kořenových krčků buků rostoucích na vyžínaných a oplocených plochách v průběhu jednotlivých let. Průměrné tloušťkové přírůsty jsou mezi buky na obou stanovištích poměrně vyrovnané ve srovnání s výškovými přírůsty.

5.1.3. Výškový přírůst borovice lesní

Oplocené a vyžínané zkusné plochy č. 6 byly před zahájením výzkumu v roce 2020 zalesněny dohromady 146 sazenicemi borovice lesní, z toho 86 sazenic bylo vysazeno na HS 55 a zbylých 60 sazenic bylo vysazeno na HS 57.



Obr. č. 12: Graf výšek BO na oplocených a ožínaných plochách v HS 55 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022

Na obrázku č. 12 jsou graficky znázorněny výškové přírůsty borovic v HS 55 a HS 57 v rámci tří vegetačních období. Z grafu vyplývá, že mnohem zdárněji odrůstaly a dosahovaly větších výšek borovice na živných stanovištích (HS 55). Tento fakt potvrzuje i tabulka č. 6 s průměrnými přírůsty.

Střední výška borovic byla mezi HS 55 (13,5 cm) a HS 57 (11,8 cm) na jaře 2020 poměrně vyrovnaná, což dokládají z tabulky č. 6 i aritmetické průměry výškových přírůstů, které činily 3,69 cm pro borovice v HS 55 a 12,16 cm pro borovice v HS 57.

V dalších letech docházelo na živném stanovišti k poměrně skokovým nárůstům středních hodnot výšek borovic. Na podzim roku 2021 byla střední hodnota výšek rovna 65,1 cm. Rozptyl vymezen dolním a horním kvartilem se pohyboval mezi 53,2 cm až 75,2 cm. Během posledního vegetačního období nabývaly výšky hodnot od 53,8 cm až do 149 cm. Výška 149 cm zároveň představovala maximální naměřenou hodnotu. Rozložení poloviny

získaných hodnot bylo v rozmezí 88,2 cm až 118,8 cm a medián středních výšek jedinců činil 102,75 cm.

U sazenic vysazených na oglejených stanovištích v HS 57 byla na jaře 2020 zjištěna nejnižší výšková hodnota 3,5 cm a střední výška 11,8 cm, na podzim téhož roku činila hodnota střední výšky rovných 20 cm a celkově nabývaly výšky borovic od 8,5 cm do 38,5 cm.

Pro rok 2021 se v rozmezí 26,2 cm až 41,5 cm nacházela polovina hodnot výšek a medián střední výšky borovic byl 31,7 cm.

V posledním vegetačním období bylo v rámci HS 57 evidován největší rozptyl ohraničující 50 % naměřených hodnot, a to 45,1 cm až 69,7 cm. Střední výška borovic byla 54,5 cm, což je výrazně nižší hodnota než u borovic na živném stanovišti v HS 55, což dokládá také následující tabulka č. 6, kde průměrná výška dosahuje pouze 60,23 cm u borovic v HS 57. To je o více jak 43 cm nižší průměrný přírůst ve srovnání s borovicemi na živném stanovišti.

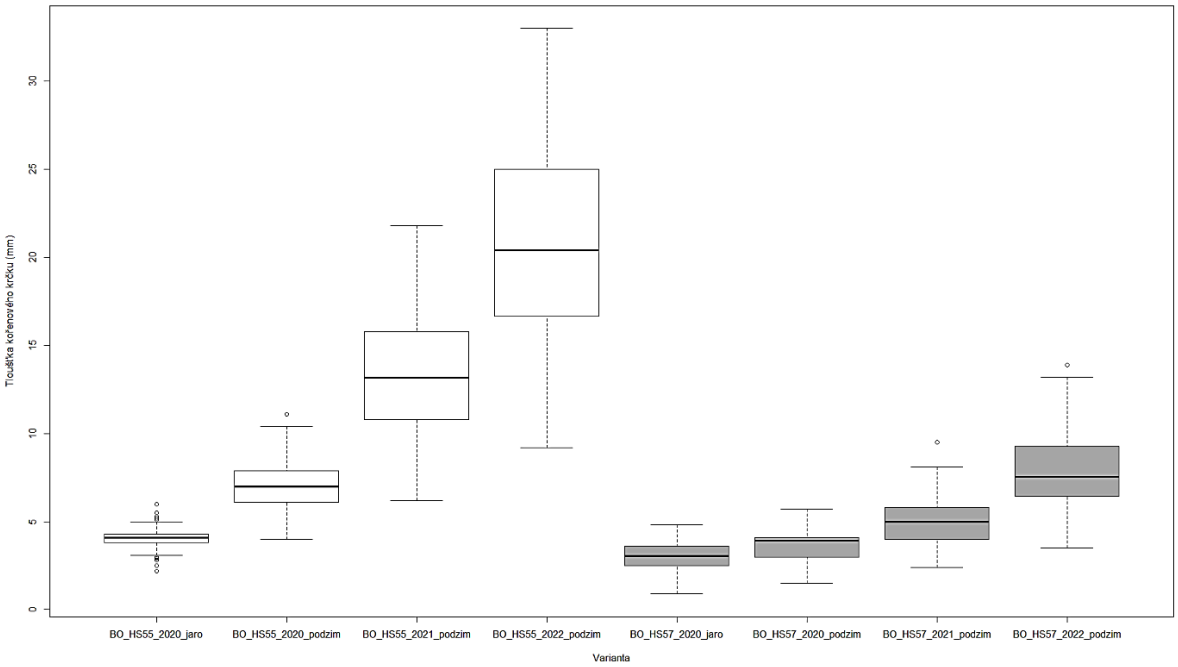
Tabulka č. 6: Průměrný výškový přírůst BO na oplocených a ožínaných plochách v HS 55 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022

BO (cm)	**Průměrná výška jaro 2020**	**Průměrná výška podzim 2020**	**Průměrná výška podzim 2021**	**Průměrná výška podzim 2022**
HS 55	13,69	34,09	65,24	103,6
HS 57	12,16	20,63	35,14	60,23
BO (cm)	**Průměrný výškový přírůst 2020**	**Průměrný výškový přírůst 2021**	**Průměrný výškový přírůst 2022**	**Průměrný výškový přírůst**
HS 55	20,4	31,15	38,36	29,97
HS 57	8,47	14,51	25,09	16,02

Borovice rostoucí na vyžínaném živném stanovišti měly průměrné výškové přírůsty v letech 2020–2021 více jak dvojnásobné ve srovnání s borovicemi na oglejeném stanovišti. V posledním roce výzkumu se rozdíl ve výškových přírůstech snížil, přesto byl výsledný rozdíl v průměrných výškových přírůstech mezi borovicemi v HS 55 a HS 57 téměř dvojnásobný.

5.1.4. Tloušťkový přírůst borovice lesní

Tloušťkový přírůst kořenových krčků byl měřen a evidován u stejných sazenic borovice lesní, jako tomu bylo v případě měření výškového přírůstu, na stejných zkusných plochách č. 6 v podmínkách HS 55 a HS 57.



Obr. č. 13: Graf tlouštěk BO na oplocených a ožínaných plochách v HS 55 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022

Z grafu na obrázku č. 13 je na první pohled zřejmý výrazný rozdíl v tloušťkových přírůstech u jedinců borovice rostoucích na HS 55 v každém roce výzkumu oproti přírůstů jedinců na HS 57. Zaznamenané hodnoty tlouštěk kořenových krčků borovic v HS 55 vykazovaly větší míru variability a výskyt extrémních hodnot. Obecně se tloušťky kořenových krčků v rámci všech vegetačních období i HS pohybovaly v širokém rozpětí.

Zalesněné sazenice na živných stanovištích měly na jaře 2020 velmi malé rozpětí tlouštěk, polovina naměřených hodnot se nacházela v rozmezí 3,75 mm až 4,32 mm, avšak bylo zde zaznamenáno mnoho vybočujících hodnot, tzv. outlierů. Nejnižší zaznamenaná hodnota byla 2,2 mm a nejvyšší 6 mm.

Na konci prvního vegetačního období byla v HS 55 střední tloušťka borovic 7 mm a v další roce dosáhla 13,15 mm. V posledním vegetačním období dosahovaly tloušťky kořenových krčků hodnot od 9,2 mm do 33 mm, přičemž byl rozptyl výšek daný dolním a horním kvartilem od 16,6 mm do 25,1 mm a střední tloušťka se rovnala 20,4 mm. Na podzim 2022

byla v HS 55 také zjištěna nejvyšší hodnota 33 mm. Pro borovice v HS 57 byla ve stejném období nejvyšší evidovaná hodnota 13,9 mm, což představuje o 58 % nižší tloušťku v porovnání s borovicemi v HS 55.

Tloušťkové přírůsty kořenových krčků u borovic v HS 57 nedosahovaly tak vysokých hodnot jako u borovic v HS 55. Nejnižší zjištěná hodnota mediánu byla 3,05 mm na jaře 2020 a nejvyšší 7,6 mm na podzim 2022.

Z grafu lze vyvodit, že nejvýraznější bylo zvýšení přírůstů mezi rokem 2021 a 20222, kdy se střední hodnota tlouštěk kořenových krčků zvýšila z 5,0 mm na 7,6 mm. Tento výrazný nárůst dokládá i tabulka č. 7, kdy průměrný tloušťkový přírůst se v roce 2021 z 1,46 mm zvýšil na 2,85 mm v roce 2022. Rozptyl 50 % naměřených hodnot byl v rozmezí 3,9 mm až 5,8 mm v roce 2021 a v roce 2022 činil rozptyl 6,4 mm až 9,4 mm.

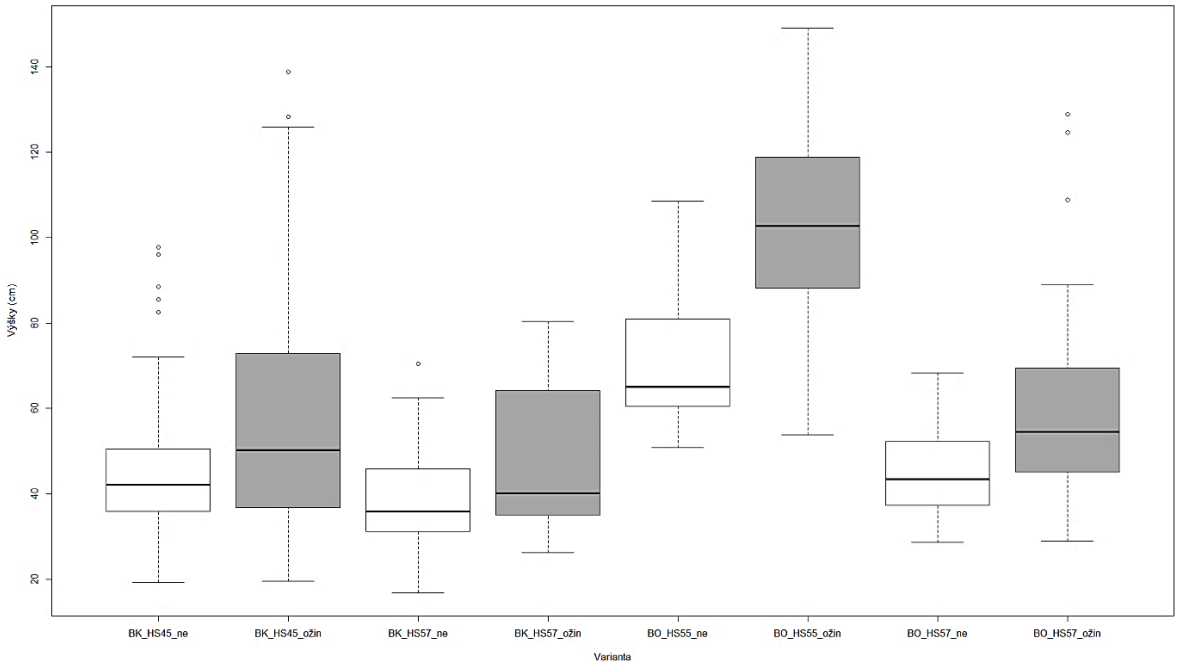
Tabulka č. 7: Průměrný tloušťkový přírůst BO na oplocených a ožínaných plochách v HS 55 a HS 57 během vegetačních období 2020–2022

BO (mm)	**Průměrná tloušťka jaro 2020**	**Průměrná tloušťka podzim 2020**	**Průměrná tloušťka podzim 2021**	**Průměrná tloušťka podzim 2022**
HS 55	4,08	7,02	13,37	20,78
HS 57	3,02	3,63	5,09	7,94
BO (mm)	**Průměrný tloušťkový přírůst 2020**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2021**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2022**	**Průměrný tloušťkový přírůst**
HS 55	2,94	6,35	7,41	5,57
HS 57	0,61	1,46	2,85	1,64

V tabulce č. 7 si lze všimnout vyšších průměrných tloušťkových přírůstů v každém roce u borovic na živných stanovištích, kde průměrná tloušťka kořenového krčku dosáhla v posledním roce výzkumu hodnoty 20,79 mm, což je více než dva a půl krát více něž u borovic na oglejeném stanovišti, kde činila výsledná průměrná tloušťka 7,94 mm. Tento rozdíl se odráží i v celkovém průměrném tloušťkovém přírůstu, který je 5,57 mm u jedinců v HS 55 a 1,64 mm u borovic v HS 57.

5.2. Porovnání vlivu ožinu na oplocených ZKP č. 6 a č. 5

5.2.1. Porovnání vlivu ožinu na výškový přírůst



ne – plochy neožnuté; ožin – plochy s ožinem

Obr. č. 14: Graf porovnání vlivu ožinu na výšky BK a BO na oplocených zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS

Krabicový graf na obrázku č. 14 zobrazuje rozdíly v naměřených výškách zvlášť pro buky a borovice na oplocených zkusných plochách s ožinem bořeně (ZKP č. 6) a bez ožinu bořeně (ZKP č. 5) za rok 2022. Při srovnání středních výšek bez ohledu na typ zkusné plochy mají mnohem větší výškové přírůsty borovice.

Nejvýraznější rozdíl je u borovic rostoucích na ožínané ploše v HS 55, což dokládá i střední hodnota, kdy medián 102,75 cm je mnohem vyšší než medián 65,1 cm u borovic na neožínané zkusné ploše. U buků je největší rozdíl ve výškových přírůstech v HS 45, který lze spatřovat na středních hodnotách, kdy na ožínané zkusné ploše činí střední výška 50,2 cm a na ploše bez ožinu jen 42,15 cm.

Buky a borovice rostoucí na oglejeném stanovišti se nevyznačují tak vysokými středními výškami ani rozkolísaností hodnost jako u jiných HS. Nejmenší rozdíl ve středních výškách na plochách s ožinem a bez ožinu vykazují právě buky na HS 57, což může být způsobeno nižší mírou zabuřenění dané plochy ve srovnání s ostatními. Na neožínané ploše činí střední

výška u buků 35,95 cm a u borovic 43,4 cm, což je méně oproti střední výšce buků 40,1 cm a borovic 54,5 cm na ožínané zkusné ploše.

Nejvyšší výšky 149 cm dosáhla borovice v podmínkách HS 55 na ploše s ožinem. Na oglejené lokalitě byla naměřená výška borovice téměř 129 cm. U buků byla zaznamenána nejvyšší hodnota výšky 138,8 cm, taktéž na ožínané ploše.

Z grafu jednoznačně vyplývá, že na ožínaných plochách odrůstali jednici mnohem lépe než na neožínaných plochách, jak dokazuje také tabulka č. 8 s aritmetickými průměry zaznamenanými během celé doby výzkumu.

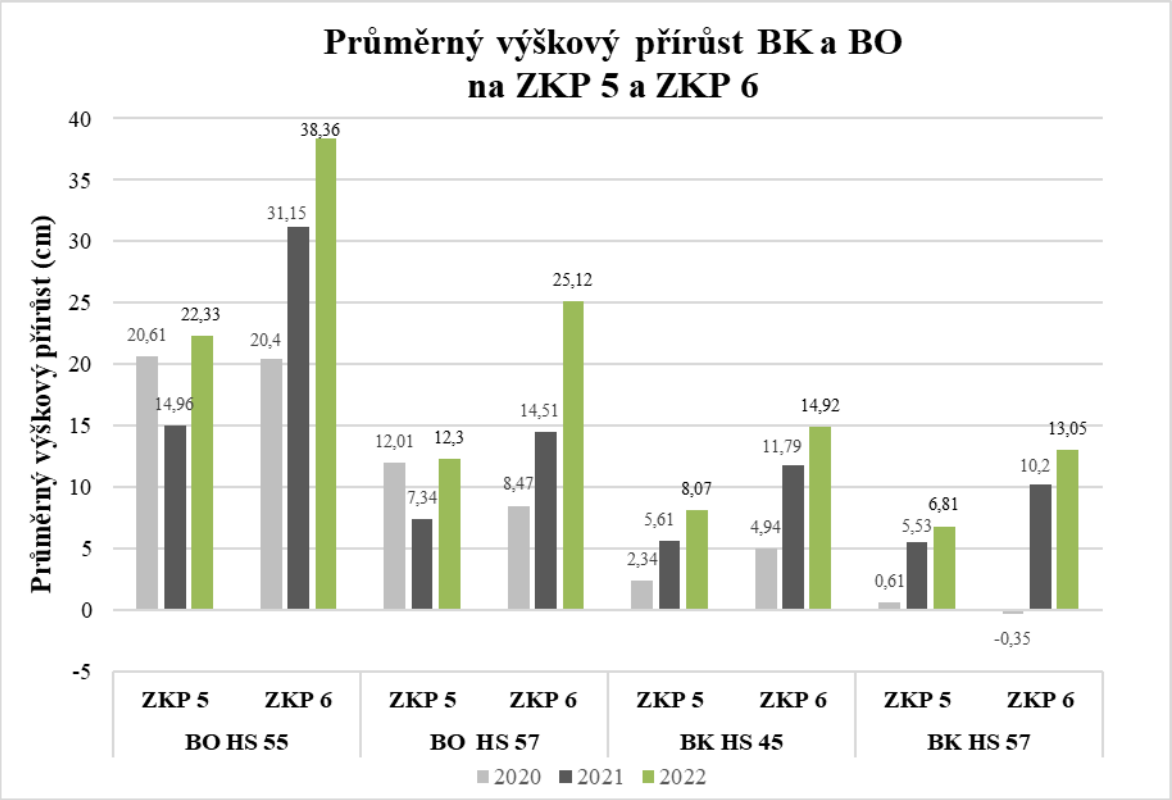
Tabulka č. 8: Přehled průměrných výškových přírůstů BK a BO na ZKP č. 5 a ZKP č. 6 během vegetačních období 2020–2022

BO (cm)	**ZKP**	**Průměrný výškový přírůst 2020**	**Průměrný výškový přírůst 2021**	**Průměrný výškový přírůst 2022**	**Průměrný výškový přírůst**
HS 55	č. 5	20,61	14,96	22,33	19,3
	č. 6	20,4	31,15	38,36	29,97
HS 57	č. 5	12,01	7,34	12,3	10,55
	č. 6	8,47	14,51	25,12	16,03
BK (cm)	**ZKP**	**Průměrný výškový přírůst 2020**	**Průměrný výškový přírůst 2021**	**Průměrný výškový přírůst 2022**	**Průměrný výškový přírůst**
HS 45	č. 5	2,34	5,61	8,07	5,34
	č. 6	4,94	11,79	14,92	10,55
HS 57	č. 5	0,61	5,53	6,81	4,32
	č. 6	-0,35	10,2	13,05	7,63

Z tabulky č. 8 vyplývá, že nejvyšší průměrný přírůst 38,36 cm vycházející z naměřených hodnot v roce 2022 připadá na borovice rostoucí na oplocených a ožínaných zkusných plochách v HS 55. Na tuto plochu zároveň připadá nejvyšší průměrný výškový přírůst 29,97 cm za dobu všech tří vegetačních období.

Buky měly nižší průměrné výškové přírůsty na neožínaných zkusných plochách, ale rozdíly mezi vyžínanými a nevyžínanými plochami nejsou tak markantní jako u borovic. Sazenice buků byly krátce po výsadbě poškozeny mrazem tudíž nastala situace se zápornými hodnotami přírůstů. Nejvyšších průměrných přírůstů 14,92 cm (HS 45) a 13,05 cm (HS 57) dosáhly buky v posledním roce výzkumu.

V tabulce si lze také všimnout, že poslední rok výzkumu 2022 byl obdobím nejvyšších průměrných přírůstů za celou dobu výzkumu u obou měřených dřevin v každém typu HS i na každé zkusné ploše.



Obr. č. 15: Graf porovnání průměrných výškových přírůstů BK a BO na oplocených zkusných plochách s ožinem a bez ožinu během vegetačních období 2020–2022

Jak je možné vidět z grafu na obrázku č. 15 největší rozdíly v průměrných přírůstech nastávaly mezi hospodářskými soubory HS 55 a HS 57. Také si lze povšimnout poklesu průměrných výškových přírůstů u borovic na neožínaných zkusných plochách v HS 55 a HS 57 mezi lety 2020 a 2021. Jedinci dosahovali v roce 2021 nižších přírůstů než v předchozím roce, což mohlo být zapříčiněno útlakem buřeně.

Jak v případě buků, tak i borovic měli jedinci každoročně vyšší průměrné přírůsty na oplocených a ožínaných zkusných plochách č. 6 v podmínkách živných i oglejených stanovišť.

Za účelem zjištění, zda je rozdíl ve výškových přírůstech buků a borovic v roce 2022 na oplocených plochách s ožinem a bez ožinu významný bylo provedeno statistické testování v rámci hospodářských souborů HS 45, HS 55 a HS 57.

P-hodnota testu (anovy) pro variantu oplocených ploch s ožinem a bez ožinu je 0,000348 (viz příloha č. 1), což značí velmi vysokou významnost a zároveň je tato hodnota menší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, tudíž zamítáme hypotézu, že střední výšky buků nejsou ovlivněny ožínáním a přijímáme hypotézu, že ožin má významný vliv na výškový přírůst. Výsledkem tedy je, že střední výšky jsou rozdílné pro oplocené plochy s ožinem a bez ožinu a zvolený typ managment ovlivňuje výsledek.

Stejné tvrzení platí i pro výšky borovic, kde je p-hodnota 7,58e-13 (viz příloha č. 2), což představuje mnohonásobně nižší hodnotu než v případě buků, tudíž platí, že ožin velmi výrazně ovlivňuje výškový přírůst borovic.

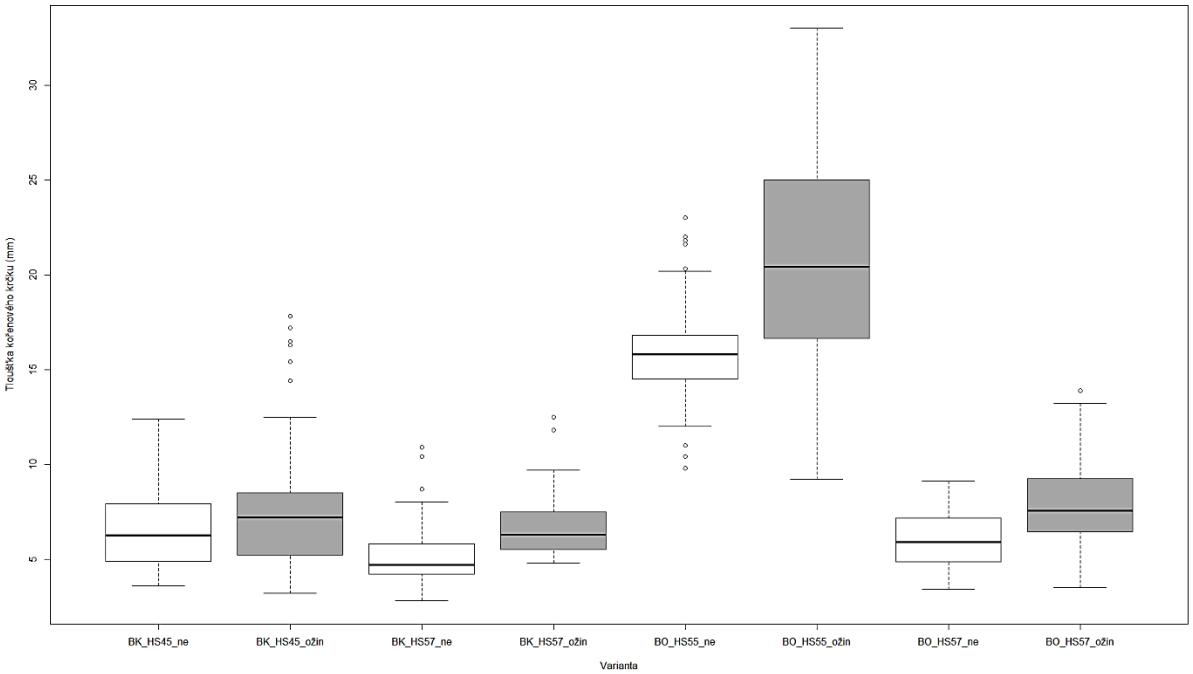
Hodnota p pro zvolené hospodářské soubory HS 45 a HS 57 činí v případě buků 0,016348 a u borovic <2e-16, tudíž je mnohem nižší než hladina významnosti $\alpha = 0,05$. Z tohoto důvodu zamítáme hypotézu, že hospodářský soubor nemá vliv na střední výšku. Výsledkem je, že střední výšky jsou rozdílné pro různé HS a typ zvoleného HS významně ovlivňuje střední výšky buků a borovic na oplocených plochách.

Na základě těchto výsledků a jelikož u obou druhů dřevin zamítáme hypotézu je potřeba provést následný post-host test ke zjištění, mezi kterými plochami a HS jsou rozdíly. K tomuto párovému porovnání byl použit Tukeyho test (viz příloha č. 1 a č. 2), který u buků odhaluje statisticky významný rozdíl pouze u dvou testovaných párů ze šesti, a to mezi ožínanou a neožínanou plochou HS 45 a dále mezi neožínanou plochou HS 57 a ožínanou plochou HS 45. V případě těchto ploch byl také největší rozdíl 18,63 cm v hodnotách středních výšek buků. Poměrně malý rozdíl v hodnotách středních výšek 0,83 cm vychází pouze mezi ožínanou plochou HS 57 a plochou bez ožinu HS 45. Také p-hodnota testu 0,9988281 o shodnosti středních hodnot vypovídá o vysoké pravděpodobnosti, že výšky buků jsou v případě těchto dvou ploch téměř stejné.

U borovic je pomocí Tukeyho testu nalezen statisticky nevýznamný rozdíl pouze mezi plochou s ožinem a bez ožinu na HS 57, kde p-hodnota 0,0579570 jen mírně přesahuje hranici zvolené hladiny významnosti $\alpha = 0,05$. U ostatních ploch s rozdílnými managementy značí p-hodnoty významný statistický rozdíl. V případě tří párů porovnávaných dvojic byla p-hodnota dokonce rovna 0. Největší výškový rozdíl vychází u borovic téměř na 58 cm, a to mezi jedinci rostoucími na ožínaných plochách HS 55 a neožínaných plochách HS 57.

5.2.2. Porovnaní vlivu ožinu na tloušťku kořenového krčku

Graf na obrázku č. 16 znázorňuje srovnání tloušťkového přírůstu kořenového krčku buku lesního a borovice lesní na oplocených zkusných plochách všech HS za rok 2022 v závislosti na vyžínání buřeně či ponechání ploch bez zásahu.



ne – plochy neožnuté; ožin – plochy s ožinem

Obr č.16: Graf porovnání vlivu ožinu na tloušťky kořenových krčků BK a BO na oplocených zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS

Graf na obrázku č. 16 vyobrazuje rozdíly tlouštěk kořenových krčků buků a borovic během posledního vegetačního období 2022 na oplocených ožínaných plochách (ZKP č. 6) a oplocených neožínaných plochách (ZKP č. 5) v různých hospodářských souborech.

Nejvyšších tlouštěk kořenových krčků dosahovaly borovice na živných stanovištích v HS 55 na obou typech zkusných ploch, mezi kterými je zároveň největší rozdíl hodnot středních tlouštěk ze všech typů managementů ZKP a HS, kde je na neožínaných zkusných plochách střední tloušťka 15,8 mm a na ožínaných ZKP 20,4 mm. Na plochách s ožinem nabývaly tloušťky nejširšího rozpětí hodnot, a to od 9,2 mm do 33 mm, což zároveň značí největší rozkolísanost hodnot. Polovina evidovaných tlouštěk se zde pohybovala v rozpětí 16,6 mm až 25,1 mm. U borovic na neožínaných plochách v HS 55 je rozpětí 50 % hodnot od 14,5 mm do 16,8 mm, což je mnohem nižší než u ožínané plochy a také zde bylo evidováno poměrně velké množství odlehlých hodnot tlouštěk.

Borovice rostoucí na oglejených plochách v HS 57 měly podstatně nižší hodnoty středních tlouštěk kořenových krčků oproti borovicím na živných stanovištích, i rozdíl v rámci porovnání hodnot mezi plochami v HS 57 navzájem byl nízký. Na neožínaných plochách HS 57 činila střední tloušťka 5,9 mm, na ožínaných plochách 7,6 mm a nejvyšší zaznamenaná tloušťka byla 13,9 mm. V případě ploch bez ožinu je rozptyl mezi dolním a horním kvartilem 6,4 mm až 9,4 mm a u ploch bez ožinu 4,5 až 7,3 mm.

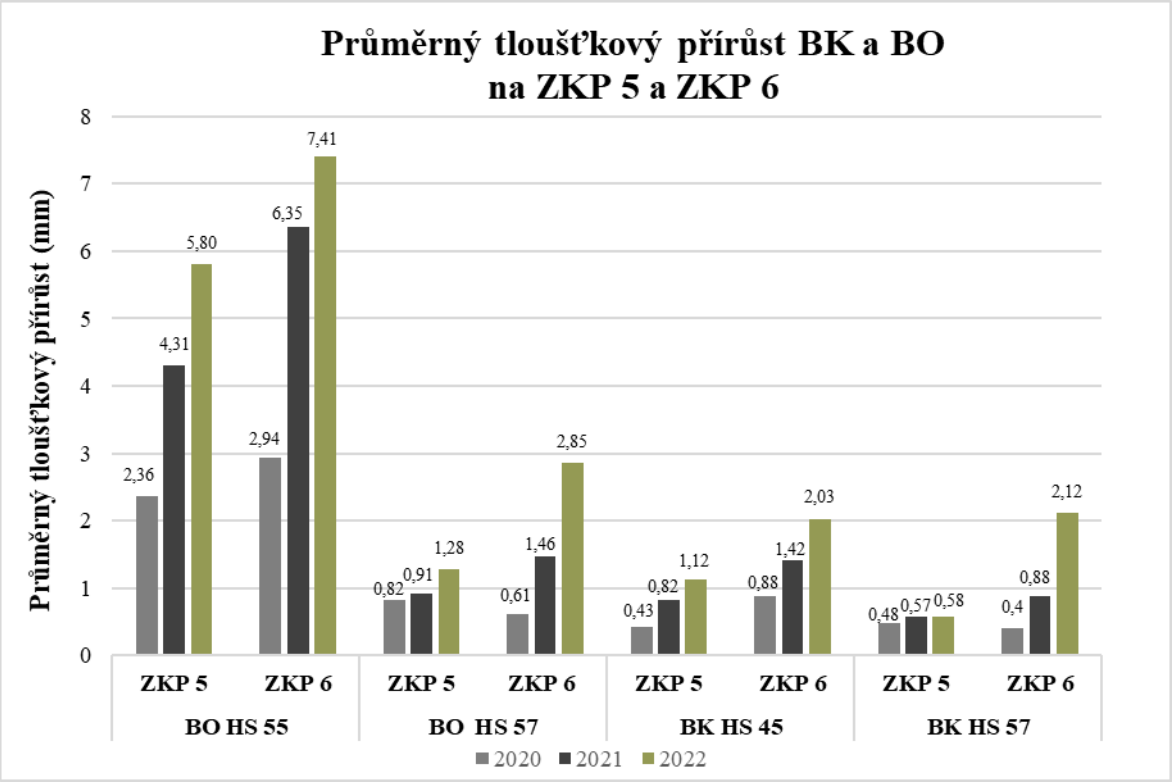
Rozdíly středních tlouštěk mezi buky na HS 45 a 57 nejsou tak výrazné jako v případě borovic i rozkolísanost hodnot byla nízká, avšak výskyt outlierů byl evidován téměř u každé plochy. Medián středních tlouštěk na neožínaných plochách činil 6,3 mm na HS 45 a 4,7 mm pro HS 57. U ožínaných zkusných ploch byly střední tloušťky vyšší, a to 7,2 mm na HS 45 a 6,3 mm pro HS 57. Rozptyl 50 % naměřených hodnot se na neožínaných ZKP na živném stanovišti pohyboval v rozmezí od 4,9 mm do 8 mm a u stejného typu ZKP na oglejené lokalitě od 4,2 mm do 8,9 mm. Na plochách s ožinem je dolní a horní kvartil vymezen od 5,2 mm do 8,5 mm pro HS 45 a pro HS 57 od 5,5 mm do 7,7 mm, což představuje poměrně malý rozdíl.

Oba druhy dřevin dosahovaly vyšších tloušťkových přírůstů kořenových krčků na ožínaných zkusných plochách v podmínkách živných stanovišť, což dokládá i následující tabulka č. 9 průměrných tloušťkových přírůstů stanovených za období celého výzkumu.

Tabulka č. 9: Přehled průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na ZKP č. 5 a ZKP č. 6 během vegetačních období 2020–2022

BO (cm)	**ZKP**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2020**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2021**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2022**	**Průměrný tloušťkový přírůst**
HS 55	č. 5	2,36	4,31	5,80	4,16
	č. 6	2,94	6,35	7,41	5,57
HS 57	č. 5	0,82	0,91	1,28	1,00
	č. 6	0,61	1,46	2,85	1,64
BK (cm)	**ZKP**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2020**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2021**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2022**	**Průměrný tloušťkový přírůst**
HS 45	č. 5	0,43	0,82	1,12	0,79
	č. 6	0,88	1,42	2,03	1,44
HS 57	č. 5	0,48	0,57	0,58	0,54
	č. 6	0,4	0,88	2,12	1,13

Stejně jako u středních tlouštěk, tak také u průměrných tloušťkových přírůstů byl výrazný rozdíl mezi borovicemi rostoucími na oglejeném a živném stanovišti. Na vyžínaném živném stanovišti v HS 55 byl průměrný tloušťkový přírůst (4,16 mm) o 71 % vyšší než na HS 57 (1,64 mm). Ve srovnáním s borovicemi byly průměrné tloušťkové přírůsty buků poměrně vyrovnané, a stejně jako u borovic dosáhly buky největšího průměrného tloušťkového přírůstů (1,44 mm) na ožínaném živném stanovišti.



Obr. č. 17: Graf porovnání průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na oplocených zkusných plochách s ožinem a bez ožinu během vegetačních období 2020–2022

Z grafického znázornění průměrných tloušťkových přírůstů buků a borovic na obrázku č. 17 je na první pohled zřejmý každoročně se navyšující tloušťkový přírůst u obou dřevin. Také je evidentní, že borovice na HS 55 měly mnohonásobně vyšší přírůsty ve srovnání s buky i borovicemi na HS 57. Z grafu lze vyvodit závěr, že borovice nabývaly vyšších tloušťkových přírůstů mnohem rychleji než buky, zejména na živných stanovištích.

Obdobně jako u výškových přírůstů, bylo provedeno statistické testování buků a borovic na oplocených plochách v rámci HS 45 a 57, k ověření zda existuje významný statisticky rozdíl v jejich tloušťkových přírůstech v roce 2022 na zkusných plochách s ožinem či bez ožinu.

Získaná p-hodnota testu pro variantu oplocených ploch s ožinem nebo bez ožinu s buky je 0,000239 (viz příloha č. 3) a s borovicemi 0,000531 (viz příloha č. 4). Na základě těchto hodnot je jednoznačné, že střední tloušťka je významný prediktor, což na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ znamená, že tloušťka kořenových krčků obou dřevin je výrazně ovlivňována vyžínáním či ponecháním ploch bez ožinu a hodnoty se na zkusných plochách s ožinem a bez ožinu výrazně liší.

V případě tloušťkového přírůstu buků na plochách s ožinem a bez ožinu v rámci hospodářských souborů HS 45 a HS 57 vychází p-hodnota 0,009652. Pro tloušťkové přírůsty borovic na plochách v HS 55 a 57 připadá p-hodnota <2e -16, což je opět v obou případech p-hodnot méně než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$. Při stanovení nulové hypotézy, že faktor hospodářský soubor nemá vliv na hodnotu střední tloušťky kořenového krčku, musíme tuto tézi zamítnout a potvrdit alternativní hypotézu, že střední tloušťky jsou ovlivněny vybraným typem hospodářského souboru.

Opět jsou u buků i borovic hypotézy zamítnuty, což znamená, že se nachází rozdíl mezi typem zkusných ploch a hospodářskými soubory. K odhalení rozdílů mezi jednotlivými zkusnými plochami v HS byl použit Tukeyho test vícenásobného porovnávání.

Na základě tohoto testu byl zjištěn největší tloušťkový rozdíl buků 2,46 mm mezi plochou bez ožinu na HS 57 a plochou s ožinem HS 45. Tato dvojice ploch má p-hodnotu 0,0000480 nižší než zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$, což predikuje, že mezi zkusnými plochami je významný statistický rozdíl. Další porovnávané varianty ploch a HS již vykazovaly nevýznamný statistický rozdíl, jelikož p-hodnota vycházela vždy vyšší než zvolená hladina významnosti.

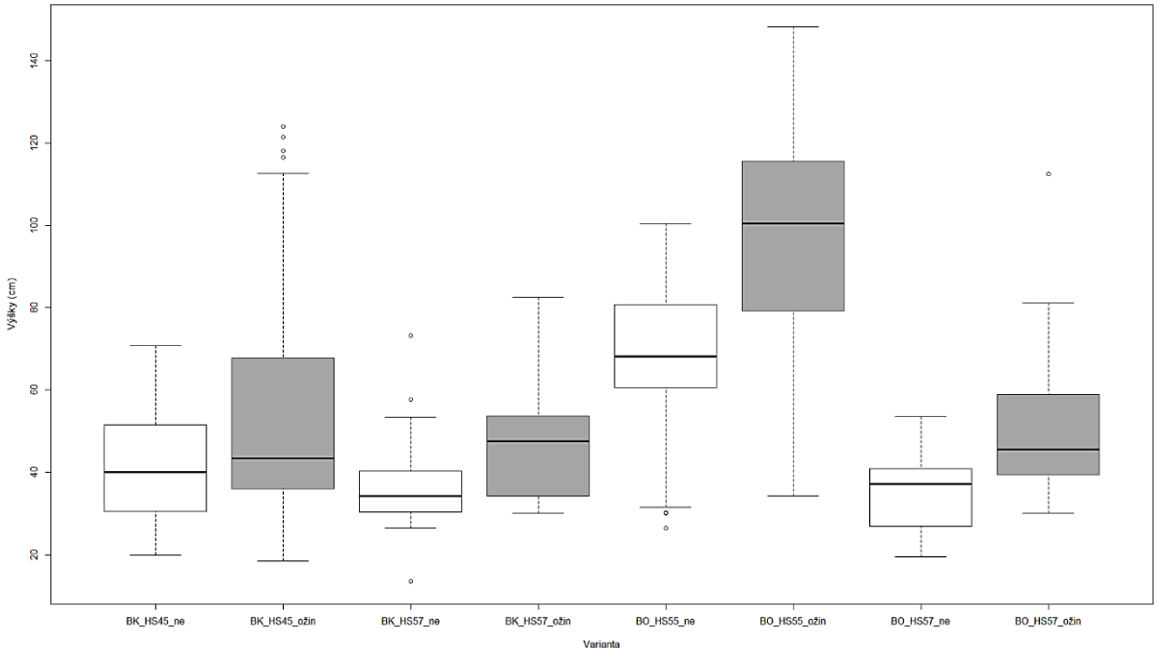
Mezi ožínanou zkusnou plochou v HS 57 a neožínanou plochou v HS 45 je p-hodnota 0,9624720, což odhaluje poměrně vysokou pravděpodobnost, že mezi středními tloušťkami buků na těchto plochách není tak velký rozdíl, což dokládá také minimální rozdíl 0,33 mm.

Do budoucna by mohla p-hodnota mezi neožínanými plochami na HS 57 a HS 45 klesnout pod hladinu $\alpha = 0,05$ a predikovat rozdíl mezi těmito hospodářskými soubory.

Největší rozdíl středních tlouštěk borovic byl 14,6 mm mezi jedinci na neožínané zkusné ploše v HS 57 a ožínané ploše v HS 55. Tento tloušťkový rozdíl borovic je mnohonásobně vyšší ve srovnání s největším rozdílem u buků. V případě Tukeyho testu jsou veškeré p-hodnoty porovnávaných variant nižší než hladina $\alpha = 0,05$ a krom jedné p-hodnoty se rovnají 0, tudíž vykazují všechny výrazný statistický rozdíl.

5.3. Porovnání vlivu ožinu na neoplocených ZKP č. 3 a č. 4

5.3.1. Porovnání vlivu ožinu na výškový přírůst



ne – plochy neožnuté; ožin – plochy s ožinem

Obr. č. 18: Graf porovnání vlivu ožinu a ochrany proti zvěři na výšky BK a BO na neoplocených zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS

Krabicový graf na obrázku č. 18 znázorňuje rozdíly výšek buků a borovic na neoplocených vyžínaných plochách s ochrannými opatřeními proti škodám zvěří (ZKP č. 4) a na neoplocených plochách bez ožinu a bez ochrany proti zvěři (ZKP č. 3) během posledního roku výzkumu 2022 v různých podmínkách hospodářských souborů.

Nejvyšší hodnoty střední výšky 47,6 cm dosáhly buky na ožínané zkusné ploše s ochranou proti zvěři v podobě nátěru na HS 57. Na ožínaných plochách v HS 45 se polovina naměřených hodnot pohybovala v největším rozptylu 35,9 cm až 67,9 cm. Výšky nabývaly hodnot od 18,5 cm do 112,7 cm, s odlehlou maximální hodnotou 124,1 cm, která představuje nejvyšší naměřenou výšku v případě buků. Rozdíl ve středních výškách mezi buky na ožínaných (43,4 cm) a neožínaných (40,0 cm) plochách v HS 45 je minimální v porovnání se středními výškami borovic mezi neožínanou plochou (68,6 cm) a ožínanou plochou (99,2 cm) v HS 55. V případě ožínanáné ZKP v HS 55 jsou hodnoty nejrozptýlenější a 50 % naměřených hodnot je od 79,15 cm do 115,6 cm s naměřenou nejvyšší hodnotou 148,2 cm.

V případě borovic na oglejené lokalitě byly hodnoty méně rozkolísané u obou ZKP, střední hodnota výšky byla 37,15 cm u ožínané plochy a 45,6 cm u neožínané plochy.

Z grafu lze odvodit, že borovice na živné lokalitě HS 55 bez ohledu na typ ZKP dosahovaly mnohem větších středních výšek než borovice a buky na ostatních plochách i HS. Buky odrůstaly nejlépe na živném stanovišti HS 45, hlavně na ožínané zkusné ploše s ochranou proti zvěři.

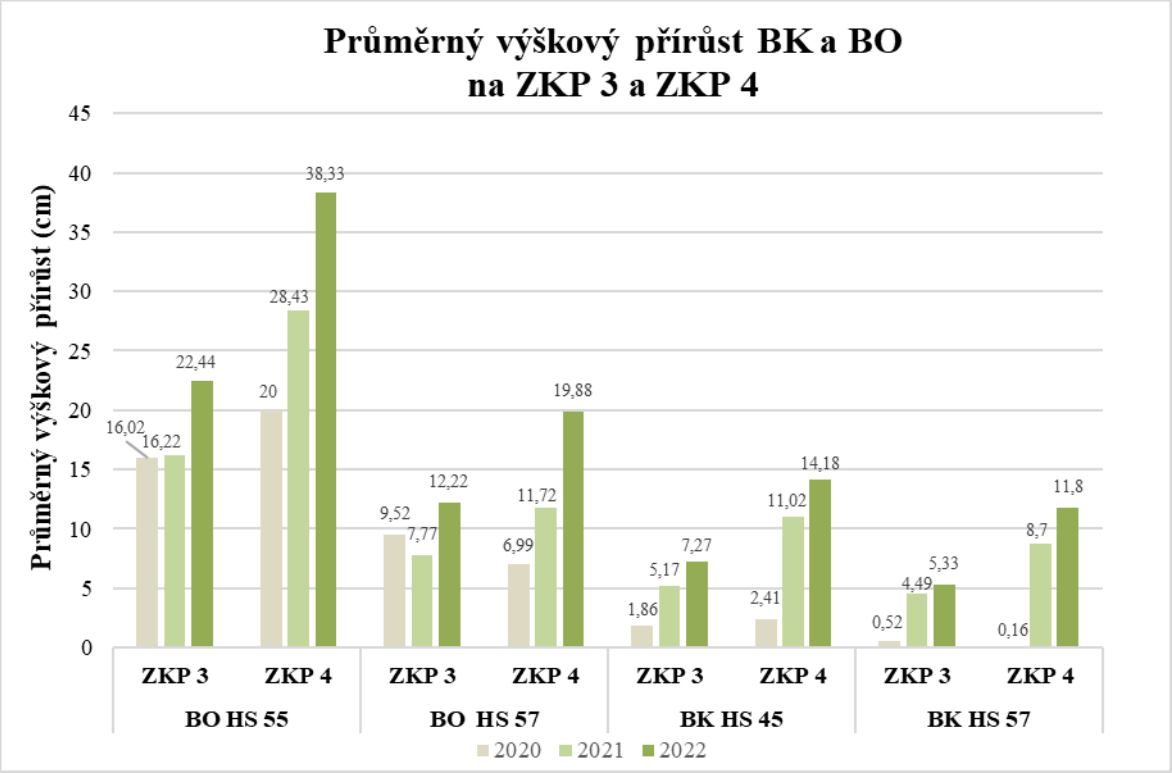
Následující tabula č. 10 uvádí průměrné výškové přírůsty buků a borovic během jednotlivých let a celkové průměrné výškové přírůsty za dobu výzkumu.

Tabulka č. 10: Přehled průměrných výškových přírůstů BK a BO na ZKP č. 3 a ZKP č. 4 během vegetačních období 2020–2022

BO (cm)	**ZKP**	**Průměrný výškový přírůst 2020**	**Průměrný výškový přírůst 2021**	**Průměrný výškový přírůst 2022**	**Průměrný výškový přírůst**
HS 55	č. 3	16,02	16,22	22,44	18,23
	č. 4	20	28,43	38,33	28,92
HS 57	č. 3	9,52	7,77	12,22	9,84
	č. 4	6,99	11,72	19,88	12,86
BK (cm)	**ZKP**	**Průměrný výškový přírůst 2020**	**Průměrný výškový přírůst 2021**	**Průměrný výškový přírůst 2022**	**Prů měrný výškový přírůst**
HS 45	č. 3	1,86	5,17	7,27	4,77
	č. 4	2,41	11,02	14,18	9,20
HS 57	č. 3	0,52	4,49	5,33	3,45
	č. 4	0,16	8,7	11,8	6,89

Nejvyšší průměrný tloušťkový přírůst 28,92 cm u borovic byl na ožínané ZKP v HS 55, tak jako nejvyšší střední výška borovic. U borovic na ZKP č. 3 ZKP č. 4 na oglejeném stanovišti byl rozdíl pouze 3,02 cm mezi celkovými průměrnými přírůsty. U buků nebyly tak velké rozdíly napříč průměrnými výškovými přírůsty u obou typů ZKP a HS. Nejnižší průměrný výškový přírůst buků 0,16 cm byl zaznamenán v prvním roce 2020 u ožínaných ploch v HS 57, kdežto nejvyšší průměrný výškový přírůst 14,18 cm byl stanoven pro ožínané plochy za rok 2022. U borovic byla zaznamenána nejvyšší hodnota 38,33 cm průměrného výškového přírůstů na neoplocených a ožínaných ZKP v HS 55 a nejnižší průměrný výškový přírůst byl vypočítán v prvním roce výzkumu a měl hodnotu 6,99 cm.

Následující obrázek č. 19 vyobrazuje graf porovnání průměrných výškových přírůstů obou druhů dřevin na neoplocených zkusných plochách č. 3 a č. 4 během každého vegetačního období v rámci zvolených hospodářských souborů.



Obr. č. 19: Graf porovnání průměrných výškových přírůstů BK a BO na neoplocených zkusných plochách s ožinem a bez ožinu během vegetačních období 2020–2022

Na základě grafického znázornění, lze tvrdit, že rozdíly v průměrných výškových přírůstech byly u borovic mezi roky 2020 a 2021 nižší než mezi roky 2021 a 2022. Toto tvrzení je opačné v případě buků, kdy rozdíly mezi 2021 a 2022 jsou vyšší. Z vizuálního srovnání měly borovice vyšší výškové přírůsty než buky a jedinci lépe odrůstali na neoplocených ožínaných plochách s ochranou proti zvěři, což může přispívat k vyšším výškovým přírůstům. Ve srovnání hospodářských souborů odrůstaly oba druhy dřevin lépe na živných stanovištích, něž na oglejených stanovištích.

Bylo zpracováno statistické testování k odhalení existence rozdílů ve výškách buků a borovic v rámci zvolených HS během posledního vegetačního období na neoplocených zkusných plochách, které byly buď bez ožinu a bez ochrany proti zvěři (ZKP č. 3) nebo byly vyžínané s ochranou proti zvěři (ZKP č. 4).

V případě buků je p-hodnota testu 2,2e-06 (viz příloha č. 5) a pro borovice 1,12e-07 (viz příloha č. 6). Tyto p-hodnoty jsou v obou případech velmi nízké, nižší než zvolená hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), tudíž typ zkusné plochy má velmi významný vliv na střední výšku dřevin. Přijímáme tedy hypotézu, že střední výšky buků a borovic jsou významně ovlivňovány ožínáním a aplikací ochrany proti škodám zvěří. Výsledkem je, že střední výšky jsou rozdílné pro neoplocené plochy s ožinem, ochranou proti zvěři a bez ožinu, bez ochrany proti škodám zvěří.

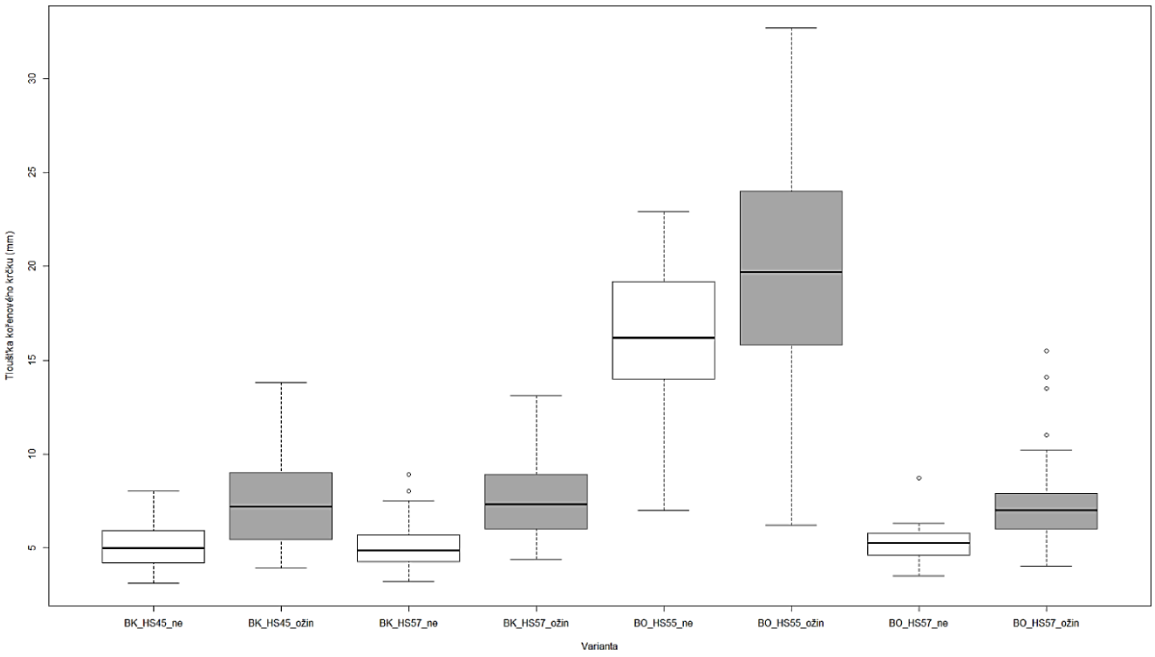
V případě testování rozdílů mezi HS je p-hodnota pro borovice <2e-16, což je velmi nízká hodnota a značí, že se jedná o významný prediktor, na základě čehož zamítáme stanovenou nulovou hypotézu, že hospodářský soubor nemá vliv na střední výšku. To znamená, že přijímáme alternativní hypotézu, která zní, že zvolený hospodářský soubor má významný vliv na střední výšku borovic. U rozdílů buků mezi HS 45 a HS 57 se p-hodnota 0,046 blíží k hranici zvolené hladiny významnosti $\alpha = 0,05$, ale i v tomto případě platí alternativní hypotéza, že typ hospodářského soubor má vliv na střední výšku buků.

V případě obou druhů dřevin je přijímána alternativní hypotéza, což předurčuje nutnost provést párové porovnání pomocí Tukeyho testu zvlášť pro buky (příloha č. 5) a zvlášť pro borovice (příloha č. 6) k objevení statisticky významných rozdílů mezi typy ZKP a HS.

Tukeyho test pro borovice odhaluje pouze jednu p-hodnotu 0,1435711, která je větší než hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), čili se jedná o statisticky nevýznamný rozdíl ZKP na HS 57 mezi ožínanou plochou s jedinci chráněnými před zvěří a neožínanou plochou bez ochrany proti zvěři. Zbylé rozdíly mezi porovnávanými plochami jsou statisticky významné. Největší výškový rozdíl 64 cm nastal mezi jedinci na neožínané ploše HS 57 a ožínané ploše HS 55.

U buků byl testováním nalezen statisticky významný rozdíl mezi ožínanými plochami s ochranou proti zvěři a neožínanými plochami bez ochrany proti zvěři na živném stanovišti HS 45 a poté také u ZKP č. 3 v HS 57 a ZKP č. 4 v HS 45. U ostatních porovnávaných zkusných ploch s odlišným managmentem ve vybraných HS jsou p-hodnoty bez statistického významu.

5.3.2. Porovnaná vlivu ožinu na tloušťku kořenového krčku



ne – plochy neožnuté; ožin – plochy s ožinem

Obr. č. 20: Graf porovnání vlivu ožinu na tloušťky kořenových krčků BK a BO na neoplocených zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS

Obrázek č. 20 vyobrazuje graf porovnání rozdílů tlouštěk kořenových krčků buků a borovic během posledního roku výzkumu 2022 na neoplocených ožínaných plochách s ochranou proti zvěři (ZKP č. 4) a neoplocených neožínaných plochách bez ochrany proti zvěři (ZKP č. 3) v rámci zvolených HS.

Jako v případě největších výškových přírůstů měly i zde největší tloušťkové přírůsty borovice na živném stanovišti. Na neožínané ploše nabývaly tloušťky hodnot 7 mm až 22,9 mm se střední tloušťkou 16,3 mm a na ožínané ploše od 6,2 mm do 32,7 mm, což představuje nejvyšší naměřenou tloušťku kořenového krčku v daném roce a hodnota střední tloušťky zde činila 19,7 mm. Tyto hodnoty jsou mnohonásobně vyšší a rozkolísanější než u borovic rostoucích na HS 57, kde se rozpětí tlouštěk pohybovalo v rozmezí 3,5 mm až 6,3 mm na plochách bez ožinu a na zkusných plochách s ožinem od 4 mm do 11 mm s nejvyšší odlehlou hodnotou 15,5 mm. Střední tloušťky činily 5,25 mm u ZKP č. 3 a 7 mm u ZKP č. 4.

U tlouštěk buků byly hodnoty mnohem méně rozkolísané na všech plochách i HS v porovnání s borovicemi na HS 55. Na živném stanovišti se u ožínané plochy pohybovalo

50 % naměřených hodnot v rozpětí 5,4 mm až 9 mm se střední tloušťkou 7,2 mm, na neožínané ZKP se polovina hodnot pohybovala od 4,2 mm do 5,9 mm z celkového rozpětí 3,1 mm až 8 mm. Kdy spodní hranice 3,1 mm zároveň představovala nejnižší zaznamenanou hodnotou. Střední tloušťka byla nižší než na ožínané ploše, a to 5 mm. V podmínkách HS 57 na ploše bez ožinu byl rozptyl mezi dolním a horním kvartilem 4,2 mm až 5,7 mm a u vyžínaných ploch 5,9 až 8,9 mm. Buky na ožínané ploše v HS 57 měly střední tloušťku (7,3 mm) téměř stejnou jako buky na ožínané ploše v podmínkách HS 45.

Rozdíl mezi nejvyššími evidovanými tloušťkami kořenových krčků buků byl minimální, na ožínané ploše dosáhla střední tloušťka 13,8 mm v HS 45 a 13,1 mm v HS 57.

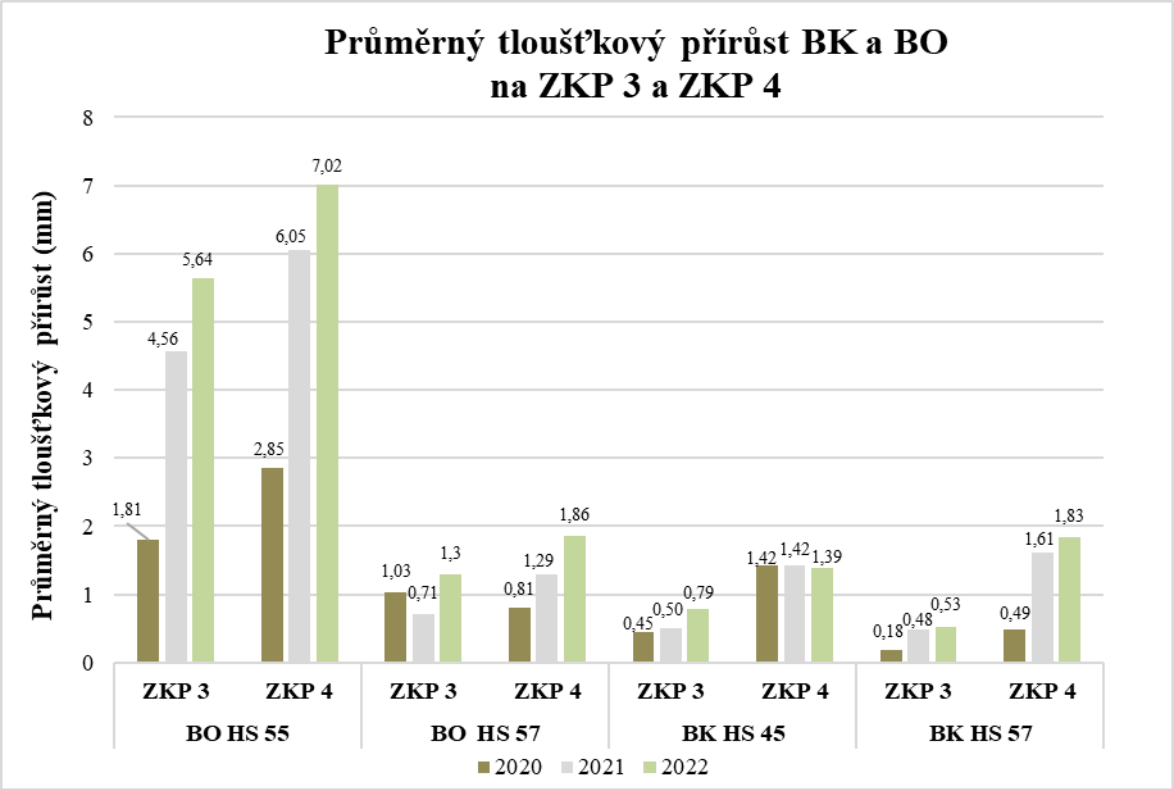
Tvrzení, že největších tloušťkových přírůstů dosahovaly borovice v HS 55 potvrzuje i následující tabulka č. 11, která uvádí i vypočítané průměrné tloušťkové přírůsty kořenových krčků obou druhů dřevin na neoplocených ožínaných a neožínaných plochách v rámci jednotlivých let celé doby výzkumu.

Tabulka č. 11: Přehled průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na ZKP č. 3 a ZKP č. 4 během vegetačních období 2020–2022

BO (mm)	**ZKP**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2020**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2021**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2022**	**Průměrný tloušťkový přírůst**
HS 55	č. 3	1,81	4,56	5,64	4,00
	č. 4	2,85	6,05	7,02	5,31
HS 57	č. 3	1,03	0,71	1,3	1,01
	č. 4	0,81	1,29	1,86	1,32
BK (mm)	**ZKP**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2020**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2021**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2022**	**Průměrný tloušťkový přírůst**
HS 45	č. 3	0,45	0,50	0,79	0,58
	č. 4	1,42	1,42	1,39	1,41
HS 57	č. 3	0,18	0,48	0,53	0,40
	č. 4	0,49	1,61	1,83	1,31

Největší rozdíl mezi výslednými průměrnými přírůsty byl právě mezi borovicemi na HS 55, kdy průměrný tloušťkový přírůst dosahoval 4 mm na neožínané ploše a 5,31 mm na ožínané ploše. Kdežto borovice na HS 57 měly mezi neožínanou a ožínanou plochou nejmenší rozdíl v průměrném přírůstu, a to pouze 0,31 mm.

U buků byly průměrné tloušťkové přírůsty vyrovnané, na neožínaných zkusných plochách 0,58 mm v HS 45 a 0,40 mm v HS 57. Na ožínaných plochách činily průměrné přírůsty 1,41 mm u buků v HS 45 a 1,31 mm u buků v HS 57.



Obr. č. 21: Graf porovnání průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na neoplocených zkusných plochách s ožinem a bez ožinu během vegetačních období 2020–2022

Stejně jako u předchozích zkusných ploch byl zpracován graf na obrázku č. 21 k možnosti porovnání průměrných tloušťkových přírůstů buků a borovic na neoplocených ožínaných a neožínaných plochách na živných a oglejených stanovištích. V případě borovic na HS 55 byl nejvýrazněji zvýšen průměrný tloušťkový přírůst mezi prvním a druhým rokem výzkumu. U buků byly průměrné přírůsty poměrně vyrovnané. Buky na neožínaných plochách bez ochrany proti zvěři v HS 45 měly vyšší průměrné přírůsty v každém roce ve srovnání s buky na neožínaných plochách v HS 57, ale vyšších průměrných tloušťkových přírůstů dosahovaly buky v HS 57 v roce 2021 a 2022. V těchto letech se průměrné tloušťkové přírůsty buků na ZKP č. 4 v HS 57 a borovicemi na stejné ZKP i HS příliš nelišily.

Z grafu tedy vyplývá obdobný závěr jako v případě výškových přírůstu. Borovice dosahovaly nejvyšších tloušťkových přírůstů na živném stanovišti a odrůstaly mnohem lépe než buky. Bukům i borovicím se lépe dařilo na ožínaných a chráněných zkusných plochách před zvěří.

Taktéž jako u výškových přírůstů, bylo provedeno statistické testování rozdílů tloušťkových přírůstů buků a borovic mezi neoplocenými plochami ZKP č. 3 a ZKP č. 4 u všech typů hospodářských souborů během posledního roku výzkumu.

P-hodnota testu pro varianty neoplocených ploch s buky vychází velmi nízká <2e-16 (viz příloha č. 7), což značí, že zvolený managment zkusné plochy je významným prediktorem, kdežto u borovic je p-hodnota 0,595 (viz příloha č. 8) vyšší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$. U borovic tedy platí stanovená nulová hypotéza, že střední hodnoty naměřené veličiny jsou na všech typech zkusných ploch totožné a faktor vyžínání a ochrana proti škodám zvěří nemá vliv na měřenou veličinu. Kdežto u buků tuto hypotézu zamítáme a přijímáme alternativní hypotézu, že střední tloušťky kořenových krčků jsou výrazně ovlivňovány vyžínáním a ochranou proti škodám zvěří.

V případě tloušťkových přírůstů v závislosti na HS je situace opačná. U buků v rámci hospodářských souborů HS 45 a HS 57 činí p-hodnota 0,967, tudíž je větší než zvolená hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), na základě čehož nezamítáme hypotézu, že střední hodnoty tlouštěk v jednotlivých HS jsou stejné. Lze tedy tvrdit, že hodnoty středních tlouštěk jsou stejné pro různé HS a zvolený HS neovlivňuje výsledek.

Pro tloušťkové přírůsty borovic na plochách v HS 55 a 57 připadá p-hodnota <2e -16, což je výrazně méně než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, tím pádem zamítáme hypotézu, že faktor hospodářský soubor nemá vliv na hodnotu střední tloušťky kořenového krčku a přijímáme alternativní hypotézu, že střední tloušťky jsou ovlivněny vybraným typem HS.

U buků tedy zamítáme nulovou hypotézu stanovenou pro varianty zkusných ploch. Na základě Tukeyho testu vícenásobného porovnávání byl u čtyř páru ze šesti odhalen statisticky významný rozdíl (viz příloha č. 7). Bez statistického významu byl rozdíl mezi neoplocenými, neožínanými plochami na oglejeném stanovišti HS 57 a živném stanovišti HS 45 a dále mezi neoplocenými, ožínanými plochami s ochranou proti zvěři v HS 57 a HS 45. U obou porovnávaných dvojic bez statistického významu přesahovala p-hodnota 0,99, což značí vysokou pravděpodobnost, že tloušťky jsou na těchto plochách téměř totožné.

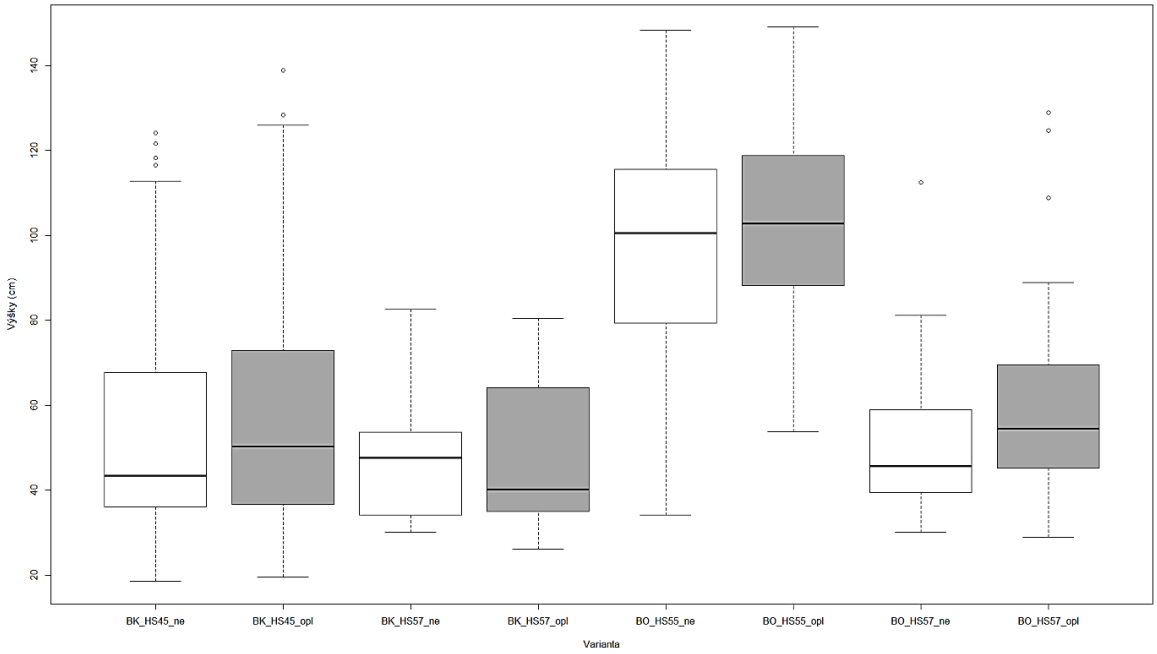
Z výsledků Tukeyho post-hoc testu byl odhalen pouze jeden statisticky nevýznamný rozdíl v případě borovic (p-hodnota 0,5872427, viz příloha č. 8), a to mezi ožínanou plochou s ochranou proti zvěři a neožínanou plochou bez ochrany proti zvěři v HS 57. Kdežto u

ostatních porovnávaných párů byly p-hodnoty velmi nízké, vždy nižší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, tudíž rozdíl mezi nimi byly statisticky významné.

Největší rozdíl hodnost středních tlouštěk činí 14,5 mm mezi borovicemi na neožínané zkusné ploše bez ochrany proti škodám zvěří v HS 57 a ožínané ploše o ochranou proti zvěři v HS 55. Tento rozdíl ve středních tloušťkách je téměř stejný jako v případě rozdílů borovic (14,6 mm) na oplocených neožínaných plochách v HS 57 a oplocených ožínaných plochách v HS 55.

5.4. Hodnocení vlivu oplocení na ožínaných ZKP č. 4 a č. 6

5.4.1. Hodnocení vlivu oplocení na výškový přírůst



ne – plochy neoplocené; opl – plochy oplocené

Obr. č. 22: Graf porovnání vlivu oplocení na výšky BK a BO na ožínaných zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS

Graf na obrázku č. 22 znázorňuje rozdíly výšek buků a borovic na oplocených vyžínaných plochách (ZKP č. 6) a na neoplocených vyžínaných plochách (ZKP č. 4) během posledního roku výzkumu 2022 v různých podmínkách hospodářských souborů.

Nejvyšší výšky v posledním roce výzkumu byly evidovány u borovic i buků na živném stanovišti, konkrétně na oplocených zkusných plochách. V obou případech je poměrně malý rozdíl ve středních tloušťkách, kdy u borovic činila střední tloušťka na neoplocené ploše 99,2 mm a na ploše s oplocením 102,7 mm. Buky měly větší hodnotu střední tloušťky 50,2 mm na oplocené ploše a nižší 43,4 mm na neoplocené ploše. Hodnoty nabývaných výšek jedinců byly obdobné u oplocených i neoplocených ploch. Buky v HS 45 nabývaly na neoplocených plochách hodnot od 18,5 cm do 112,7 cm s maximální naměřenou výškou 124,1 cm a na oplocených plochách od 19,5 cm do 125,9 cm s nejvyšší evidovanou výškou 138,8 cm.

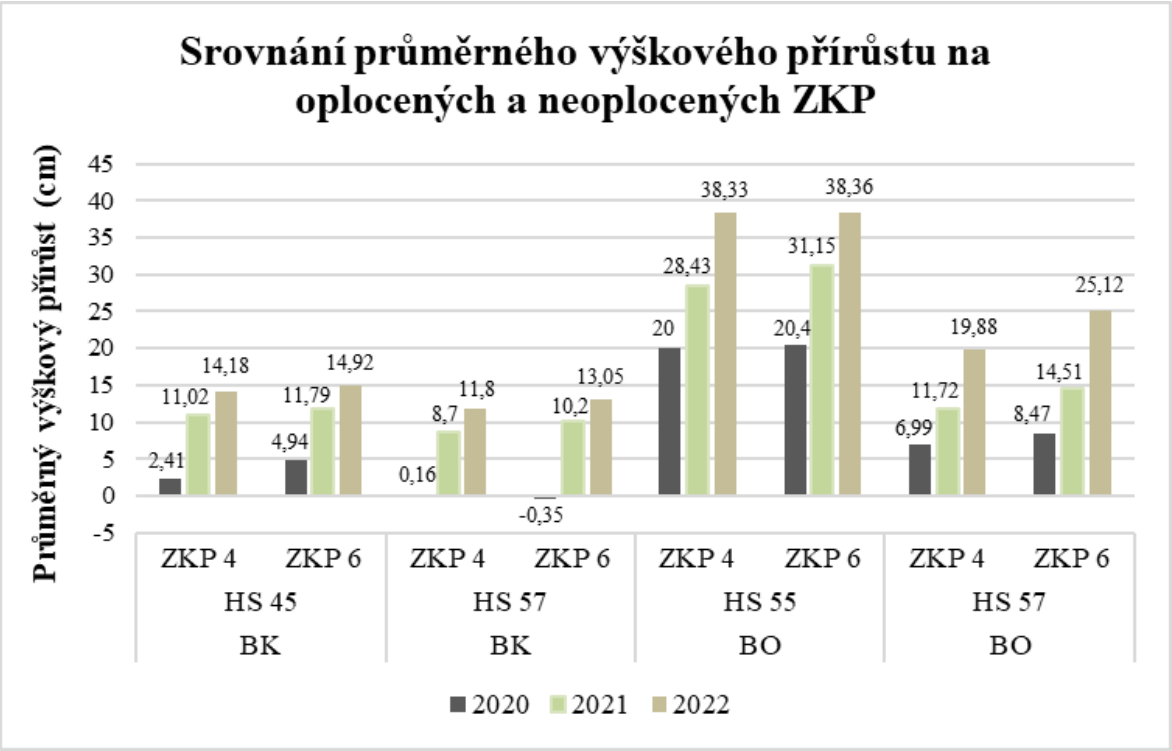
Borovice a buky na oglejených stanovištích měly nižší výškové přírůsty. Obdobně jako u živných stanovišť dosahovaly borovice vyšší střední tloušťky na oplocené zkusné ploše,

a to 54,5 cm ve srovnání s hodnotou 50 cm na neoplocených plochách. Jedinci buků na HS 57 měli jako jediní vyšší výšky na neoplocených plochách než na oplocených. Střední výška na oplocené ploše dosáhla hodnoty 47 cm a polovina naměřených hodnost byla v rozmezí 33,9 cm až 65,4 cm. Na neoplocené ploše činila střední výška buků 45,9 cm, dolní a horní kvartil byl vymezen hodnotami 32,7 cm až 53,9 cm.

Tabulka č. 12 uvedená níže zobrazuje průměrné výškové přírůsty na ožínaných neoplocených a oplocených plochách. Nejvyšších průměrných přírůstů, přes 38 cm dosahovaly borovice na živném stanovišti (HS 55) během posledního vegetačního období. Toto tvrzení platí i pro buky v HS 45, které v průměru přirostly o 14 cm. Výraznější rozdíl mezi oplocenými a neoplocenými zkusnými plochami je u celkového průměrného přírůstu u borovic na HS 57, kdy na neoplocených plochách byl průměrný výškový přírůst 12,86 cm a na oplocených 16,03 cm.

Tabulka č. 12: Přehled průměrných výškových přírůstů BK a BO na ZKP č. 4 a ZKP č. 6 během vegetačních období 2020–2022

BK (cm)	**ZKP**	**Průměrný výškový přírůst 2020**	**Průměrný výškový přírůst 2021**	**Průměrný výškový přírůst 2022**	**Průměrný výškový přírůst**
HS 45	č. 4	2,41	11,02	14,18	9,20
	č. 6	4,94	11,79	14,92	10,55
HS 57	č. 4	0,16	8,7	11,8	6,89
	č. 6	-0,35	10,2	13,05	7,63
BO (cm)	**ZKP**	**Průměrný výškový přírůst 2020**	**Průměrný výškový přírůst 2021**	**Průměrný výškový přírůst 2022**	**Průměrný výškový přírůst**
HS 55	č. 4	20	28,43	38,33	28,92
	č. 6	20,4	31,15	38,36	29,97
HS 57	č. 4	6,99	11,72	19,88	12,86
	č. 6	8,47	14,51	25,12	16,03



Obr. č. 23: Graf srovnání průměrných výškových přírůstů BK a BO na ožínaných zkusných plochách s oplocením a bez oplocení během vegetačních období 2020–2022

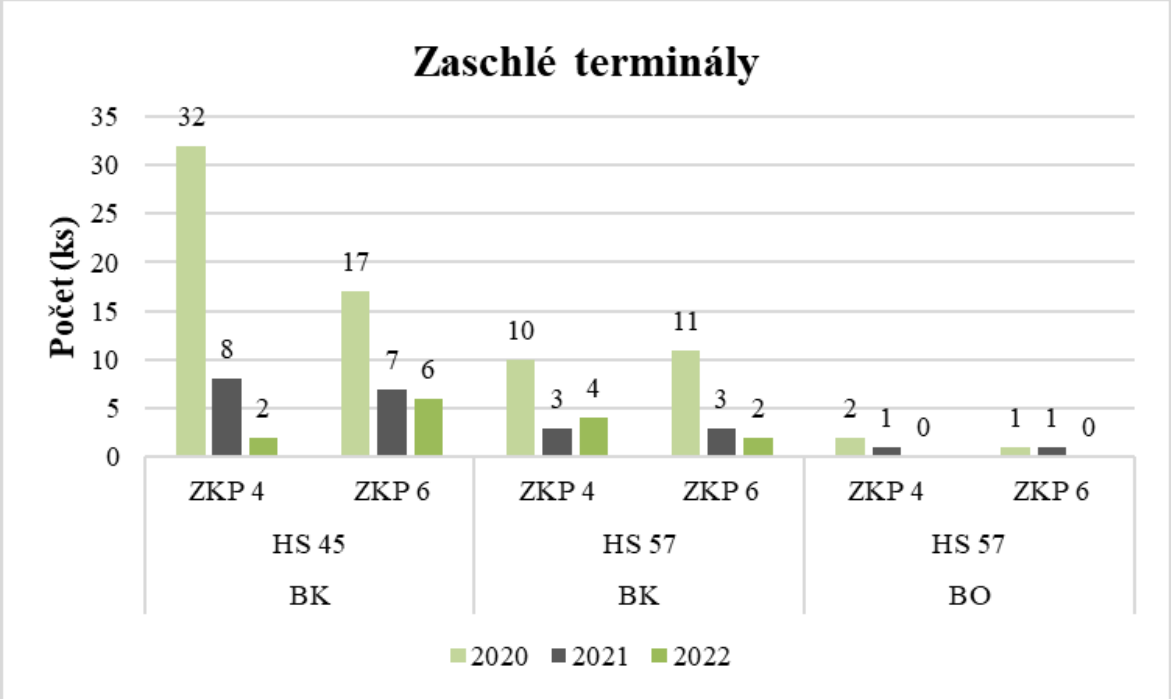
Z grafu na obrázku č. 23 při porovnání výškových přírůstů obou druhů dřevin během celé doby výzkumu vyplývá, že kromě buků na HS 45, odrůstají jedinci rychleji na oplocených plochách, u borovic hlavně na živných stanovištích. Také lze vidět postupné navyšování průměrných výškových přírůstů každý rok. Buky rostoucí na živném stanovišti na oplocené i neoplocené ZKP měly mezi roky 2021–2022 nejvyrovnanější výškové přírůsty a borovice dosahovaly na živném stanovišti nejvyšších průměrných výškových přírůstů v každém roce ve srovnání s HS 57 a buky v HS 45 a HS 57. Nižší průměrné výškové přírůsty na neoplocených plochách byly pravděpodobně způsobeny okusem zvěře a do jisté míry také vyšším počtem jedinců u kterých byly evidovány poškozené terminály, viz následují tabulka č. 13.

Tabulka č. 13: Přehled poškozených terminálů BK a BO na ZKP č. 4 a ZKP č. 6 během vegetačních období 2020–2022

zaschlé terminály (ks)			2020	2021	2022
BK	HS 45	ZKP č. 4	32	8	2
		ZKP č. 6	17	7	6
BK	HS 57	ZKP č. 4	10	3	4
		ZKP č. 6	11	3	2
BO	HS 57	ZKP č. 4	2	1	0
		ZKP č. 6	1	1	0

Problém zaschlých terminálu byl evidován nejen u jedinců rostoucích na neoplocených zkusných plochách, ale také u jedinců na oplocených plochách. S poškozením terminálu v podobě jeho zaschnutí se projevovalo zejména u buků, jenž na toto poškození byly náchylnější než borovice, což také dokládá výše uvedená tabulka.

Nejvyšší počet poškozených buků byl monitorován v prvním roce výzkumu v podmínkách HS 45, kdy na neoplocených plochách mělo 32 jedinců zaschlý terminální výhon a 17 buků na oplocených plochách. Postupně se výskyt zaschlých terminálu snižoval, jak lze vidět z grafu na obrázku č. 24. Borovice byly obecně mnohem odolnější vůči tomuto druhu poškození. Zaschlý terminál byl zaznamenán jen výjimečně.



Obr. č. 24: Graf znázorňující počty zaschlých terminálu u jedinců BK a BO na neopocených a oplocených zkusných plochách č. 4 a č. 6 během vegetačních období 2020–2022

Bylo vypracováno statistické testování ke zjištění, zda existují rozdíly ve výškových přírůstech buků a borovic u zvolených HS pouze v rámci posledního roku výzkumu mezi neoplocenými plochami s ožinem, s ochranou proti zvěři (ZKP č. 4) a oplocenými plochami s ožinem (ZKP č. 6).

U jedinců buků činí p-hodnota testu 0,2142 (viz příloha č. 9). Tato výsledná hodnota je vyšší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, na základě čehož tedy nelze zamítnout nulovou hypotézu, že hodnoty jsou stejné, tudíž střední výška buků není ovlivňována typem zkusné plochy a není statisticky významný rozdíl mezi oplocenými a neoplocenými plochami, což také potvrzuje i pro kontrolu provedený Tukeyho test (viz příloha č. 9), který dokládá, že mezi žádnými páry testovaných variant není statisticky významný rozdíl.

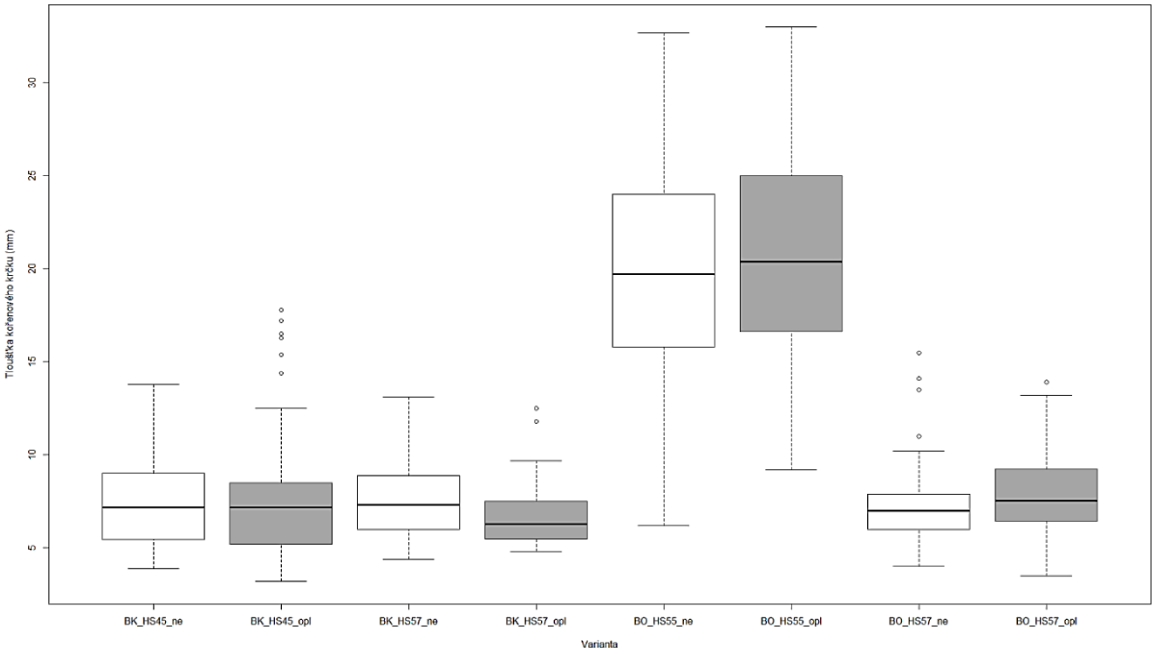
Pro borovice je p-hodnota testu 0,00833 (viz příloha č. 10). Tato hodnota je nižší než hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), a proto můžeme zamítnou nulovou hypotézu, která zní, že střední výška borovic je stejná na obou typech zkusných ploch a přijmáme alternativní hypotézu, že střední výšky borovic jsou rozdílné pro obě zkusné plochy a jsou významně ovlivňovány oplocením proti škodám zvěří.

Při otestování rozdílů v rámci jednotlivých HS je p-hodnota pro buky 0,0352, což v tomto případě znamená, že p-hodnota je nižší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$ a zároveň značí statisticky významný rozdíl. Na základě tohoto zamítáme stanovenou nulovou hypotézu, že hospodářský soubor neovlivňuje střední výšku buků a přijímáme alternativní hypotézu, že zvolený hospodářský soubor má významný vliv na střední výšku buků.

V případě borovic pro zjištění existence rozdílů mezi zvolenými HS vychází p-hodnota na <2e-16. Tato hodnota je mnohem nižší než zvolená hladina významnosti ($\alpha = 0,05$) a tudíž platí alternativní hypotéza, že typ hospodářského soubor má významný vliv na střední výšku borovic. Proto bylo provedeno párové porovnání pomocí Tukeyho testu (viz příloha č. 10) k odhalení mezi kterými HS s určitou variantou zkusné plochy je nebo není statisticky významný rozdíl.

Tukeyho test odhaluje pouze dvě p-hodnoty, které jsou vyšší než hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), a tím pádem je mezi porovnávanou variantou ZKP s HS statisticky nevýznamný rozdíl. Konkrétně byl rozdíl bez statistického významu mezi oplocenou a neoplocenou zkusnou plochou v HS 55 a v HS 57. U ostatních porovnávaných dvojic byla p-hodnota vyšší než zvolená hladina významnosti a rozdíly tak byly statisticky významné.

5.4.2. Hodnocení vlivu oplocení na tloušťkový přírůst kořenových krčků



ne – plochy neoplocené; opl – plochy oplocené

Obr. č. 25: Graf porovnání vlivu oplocení na tloušťky BK a BO na ožínaných zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS

Krabicový graf na obrázku č. 25 zobrazuje porovnání rozdílů tlouštěk kořenových krčků buků a borovic během doby posledního vegetačního období na ožínaných oplocených a ožínaných neoplocených plochách ve vybraných hospodářských souborech.

Stejně jako tomu bylo u výšek měly borovice i zde, nejvyšší tloušťky kořenových krčků na živném stanovišti. Na neoplocené ploše nabývaly tloušťky borovic hodnot od 6,2 mm do 32,7 mm se střední tloušťkou 19,7 mm a na oplocené ploše bylo rozpětí hodnot vyšší, a to od 9,2 mm do 33 mm, což je zároveň nejvyšší hodnota naměřené tloušťky krčku v roce 2022 a střední tloušťka dosáhla 20,4 mm.

Hodnoty tlouštěk, kterých dosahovaly borovice v podmínkách HS 57 jsou mnohem nižší ve srovnání s jedinci v HS 57. Rozptyl poloviny naměřených tlouštěk se pohyboval v rozmezí od 6 mm do 8 mm u neoplocené zkusné plochy, se střední tloušťkou 7,3 mm. Střední tloušťka na oplocené ZKP činila 7,5 mm, což představuje minimální rozdíl. Dolní a horní kvartil je ohraničen hodnotami od 6,4 mm do 9,4 mm a maximální odlehlá hodnota tloušťky byla zaznamenána ve výši 13,9 mm u oplocené ZKP a 15,5 mm u neoplocené ZKP.

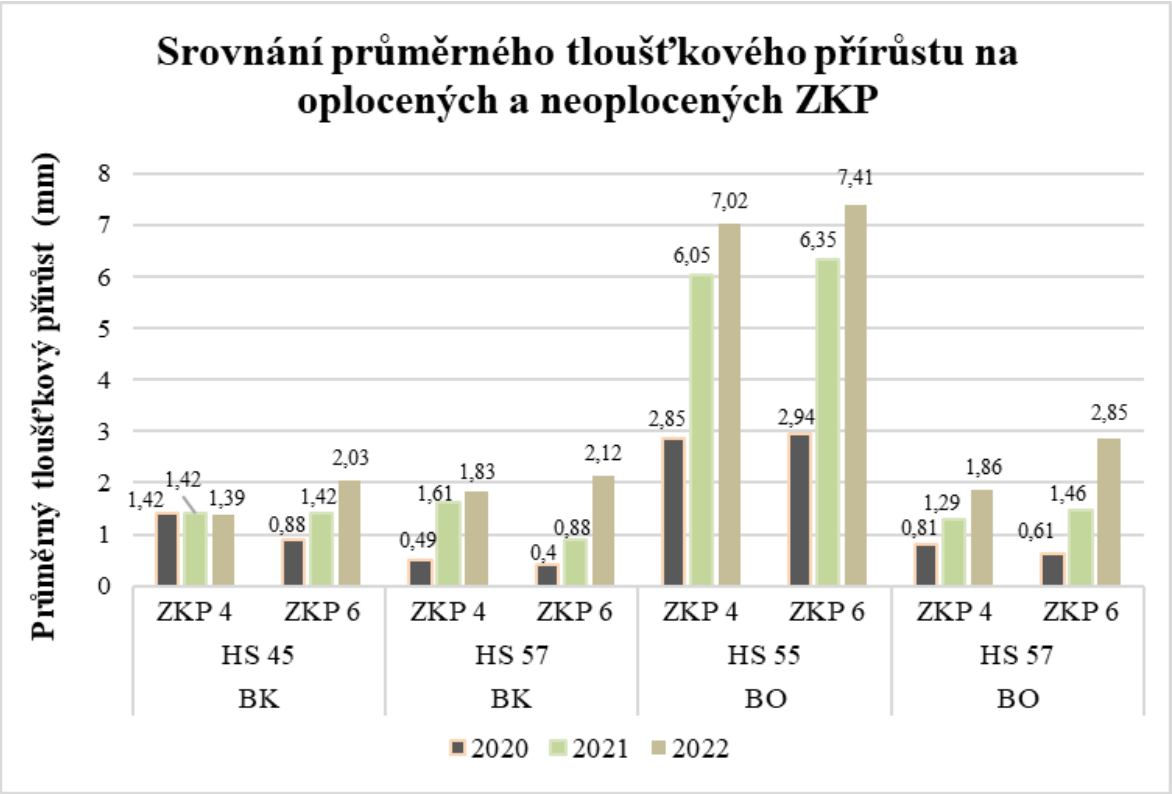
Celkové rozpětí tlouštěk, které nabývaly buky v HS 45 i HS 57 byly nižší ve srovnání s borovicemi na HS 55. Na živném stanovišti bylo u neplocené plochy 50 % naměřených hodnot v rozpětí 5,4 mm až 9 mm. S nejvyšší evidovanou tloušťkou byl buk s 13,8 mm. U buků na oplocené zkusné ploše se polovina hodnot pohybovala od 5,2 mm do 8,5 mm z celkového rozpětí 3,2 mm až 12,5 mm, avšak bylo zde zaznamenáno také mnoho outlierů, přičemž nejvýše položený měl hodnotu 17,8 mm. Střední tloušťky kořenových krčků buků v hodnotě 7,2 mm byly stejné jak pro oplocené, tak pro neoplocené plochy.

Na oglejeném stanovišti byl na neoplocené ploše rozptyl mezi dolním a horním kvartilem 5,9 mm až 8,9 mm a u oplocených ploch 5,5 mm až 7,7 mm. Buky na neoplocené ploše měly střední hodnotu tloušťky (7,3 mm) vyšší než na oplocených zkusných plochách (6,3 mm). Celkově dosahovaly buky v HS 57 na neoplocených plochách vyšších tlouštěk než na oplocených plochách. Také maximální naměřená hodnota 13,1 mm byla naměřena u buku na neoplocené ploše.

Následují tabulka č. 14 uvádí průměrné tloušťkové přírůsty buků a zvlášť borovic během celé doby výzkumu a celkové průměrné přírůsty jedinců na vybraných zkusných plochách. Buky dosahovaly poměrně vyrovnaných celkových tloušťkových přírůstu v rámci oplocených i neoplocených ploch. Mnohem větší rozdíl byl zaznamenán u borovic mezi jedinci v HS 55 a HS 57 bez ohledu na typ zkusné plochy viz tabulka níže.

Tabulka č. 14: Přehled průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na ZKP č. 4 a ZKP č. 6 během vegetačních období 2020–2022

BK (mm)	**ZKP**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2020**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2021**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2022**	**Průměrný tloušťkový přírůst**
HS 45	č. 4	1,42	1,42	1,39	1,41
	č. 6	0,88	1,42	2,03	1,44
HS 57	č. 4	0,49	1,61	1,83	1,31
	č. 6	0,4	0,88	2,12	1,13
BO (mm)	**ZKP**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2020**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2021**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2022**	**Průměrný tloušťkový přírůst**
HS 55	č. 4	2,85	6,05	7,02	5,31
	č. 6	2,94	6,35	7,41	5,57
HS 57	č. 4	0,81	1,29	1,86	1,32
	č. 6	0,61	1,46	2,85	1,64



Obr. č. 26: Graf srovnání průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na ožínaných zkusných plochách s oplocením a bez oplocení během vegetačních období 2020–2022

Obrázek č. 26 vyobrazuje graf s průměrnými tloušťkovými přírůsty kořenových krčků buků a borovic na ožínaných oplocených a neoplocených plochách v rámci jednotlivých let výzkumu. Na první pohled je zřejmé, že borovice odrůstaly a nabývaly největších tloušťkových přírůstů na živném stanovišti (HS 55). Na oglejené lokalitě, byl již přírůst srovnatelný s buky. Oba druhy dřevin dosahovaly nejvyšších průměrných tloušťkových přírůstů během posledního vegetačního období, kromě buků rostoucích na neoplocené zkusné ploše v HS 45. Rozdíl mezi oplocenými a neoplocenými plochami je viditelný v posledním roce výzkumu, kdy jedinci na oplocených plochách v průměru přirůstali více.

Stejně tak jako byl zjišťován statisticky rozdíl u výšek, tak byl hledán i mezi tloušťkami kořenových krčků jedinců buků a borovic na neoplocených, ožínaných zkusných plochách (ZKP č. 4) a oplocených plochách s ožinem (ZKP č. 6) v rámci zvolených hospodářských souborů během roku 2022, který byl zároveň posledním rokem výzkumu.

Výsledná p-hodnota testu vycházela pro variantu ožínaných oplocených a neoplocených ploch s buky na 0,982 a s borovicemi na 0,113, což jsou poměrně velmi vysoké hodnoty (viz příloha č. 11 a č. 12), mnohem vyšší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$. Tudíž u obou druhů dřevin platí nulová hypotéza, že střední hodnoty tlouštěk jsou na obou typech zkusných ploch stejné a faktor oplocení nemá vliv na měřené tloušťky kořenových krčků.

Výsledek testování tlouštěk kořenových krčků v závislosti na typu HS je pro borovice a buky odlišný. U buků v případě testování rozdílu mezi HS 45 a HS 57 vychází opět velmi vysoká p-hodnota (0,523), vyšší než hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), tudíž znovu platí nulová hypotéza, že střední tloušťky kořenových krčků buků jsou mezi HS 45 a HS 57 totožné a typ hospodářského souboru nemá vliv na výsledné hodnoty středních tlouštěk. Hypotéza tedy nebyla zamítnuta a nebylo již nutné provádět post-hoc test, avšak i přesto byl proveden a Tukeayho test potvrdil, že rozdíly byly mezi všemi porovnávanými páry bez statistického významu, viz příloha č. 11.

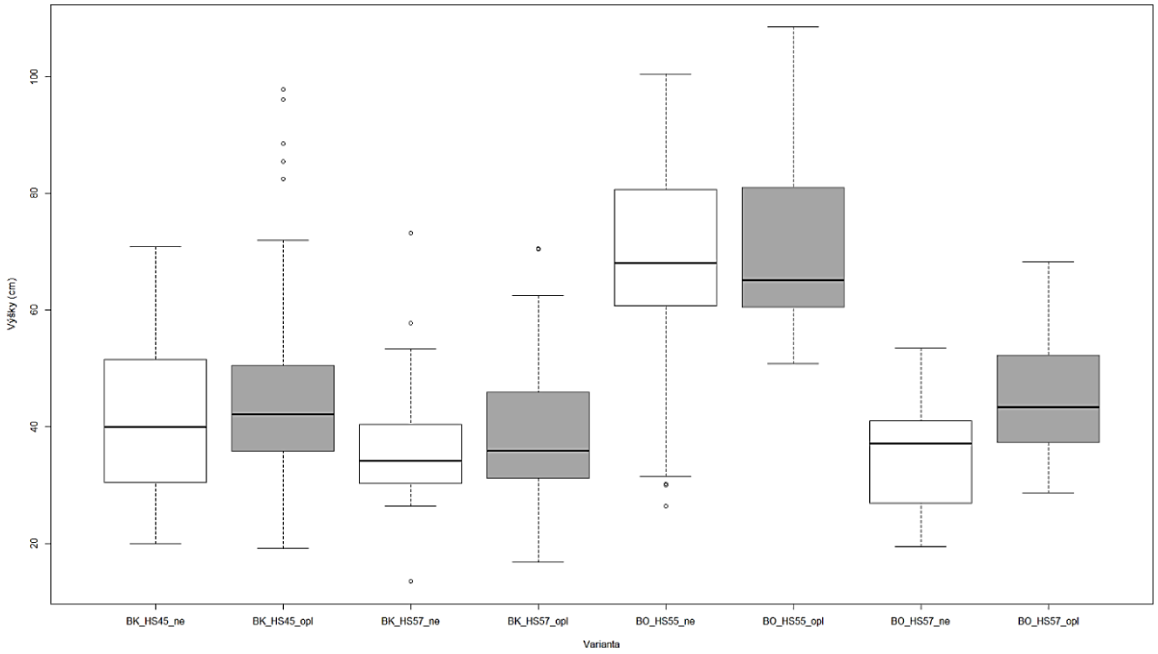
Pro porovnání hodnot tlouštěk borovic na zkusných plochách mezi HS 55 a HS 57 vychází p-hodnota <2e -16. Tato hodnota je na velmi nízká, nižší než hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), tudíž zamítáme nulovou hypotézu, že hospodářský soubor neovlivňuje hodnotu střední tloušťky kořenového krčku borovic a potvrzujeme platnou hypotézu, že na střední tloušťky má významný vliv zvolený typ HS.

Na základě toho, že je stanovená nulová hypotéza zamítnuta, byl opět aplikován test vícenásobného porovnávání – Tukeyho test (viz příloha č. 12), pomocí kterého byl odhalen statisticky významný rozdíl u čtyř dvojic ze šesti porovnávaných. Bez statistického významu byl rozdíl mezi oplocenými a neoplocenými zkusnými plochami na živném stanovišti (HS 55) a u oplocených a neoplocených ploch na oglejeném stanovišti (HS 57).

Největší rozdíl mezi středními tloušťkami činil 13,5 mm u borovic na ožínané ploše s oplocením v HS 55 a ožínané neoplocené ploše v HS 57.

5.5. Hodnocení vlivu oplocení na neožínaných ZKP č. 3 a č. 5

5.5.1. Porovnání vlivu oplocení na výškový přírůst



ne – plochy neoplocené; opl – plochy oplocené

Obr. č. 27: Graf porovnání vlivu oplocení na výšky BK a BO na neožínaných zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS

Obrázek č. 27 zobrazuje krabicový graf s výškami buků a borovic, který umožňuje porovnat výškové přírůsty na ožínaných zkusných plochách, které byly buď oplocené nebo bez oplocení, za období posledního roku výzkumu 2022 v rámci různých hospodářských souborů.

V případě neožínaných ploch měly nejvyšší přírůsty i hodnoty středních výšek borovice v HS 55. Dokonce na oplocených plochách nabývaly přírůsty hodnot od 50,8 cm do 108,5 cm, což je nejvyšší zaznamenaná výška. Polovina naměřených hodnot se pohybovala v rozmezí od 60,4 cm do 81,5 cm se střední výškou 65,1 cm. Hodnoty výšek jedinců rostoucích na oplocené ZKP byly sice vysoké, ale střední tloušťka byla nižší než u jedinců na neoplocené ploše, kde dosáhla 68,5 cm. Rozptyl 50 % naměřených výšek byl téměř totožný, od 60,5 cm do 81 cm.

Druhými nejlépe odrůstajícími byly buky na živném stanovišti (HS 45), u kterých byl rozdíl v rozptylu hodnot i středních tloušťkách poměrně malý. Avšak o trochu lépe odrůstaly buky na ploše chráněné před zvěří, kde minimální naměřená výška činila 19,2 cm a maximální

97,8 cm. U neoplocené plochy byla nejnižší výška 20,3 cm a maximální výška byla 70,8 cm. Polovina naměřených výšek se pohybovala v rozmezí 35,7 cm až 51,4 cm u plochy s oplocením a od 31,5 cm do 52,2 cm u ploch bez oplocení. Rozdíl mezi středními výškami činil 2,2 cm, přičemž u oplocených ploch měla hodnotu 42,2 cm a u neoplocených ploch 40 cm.

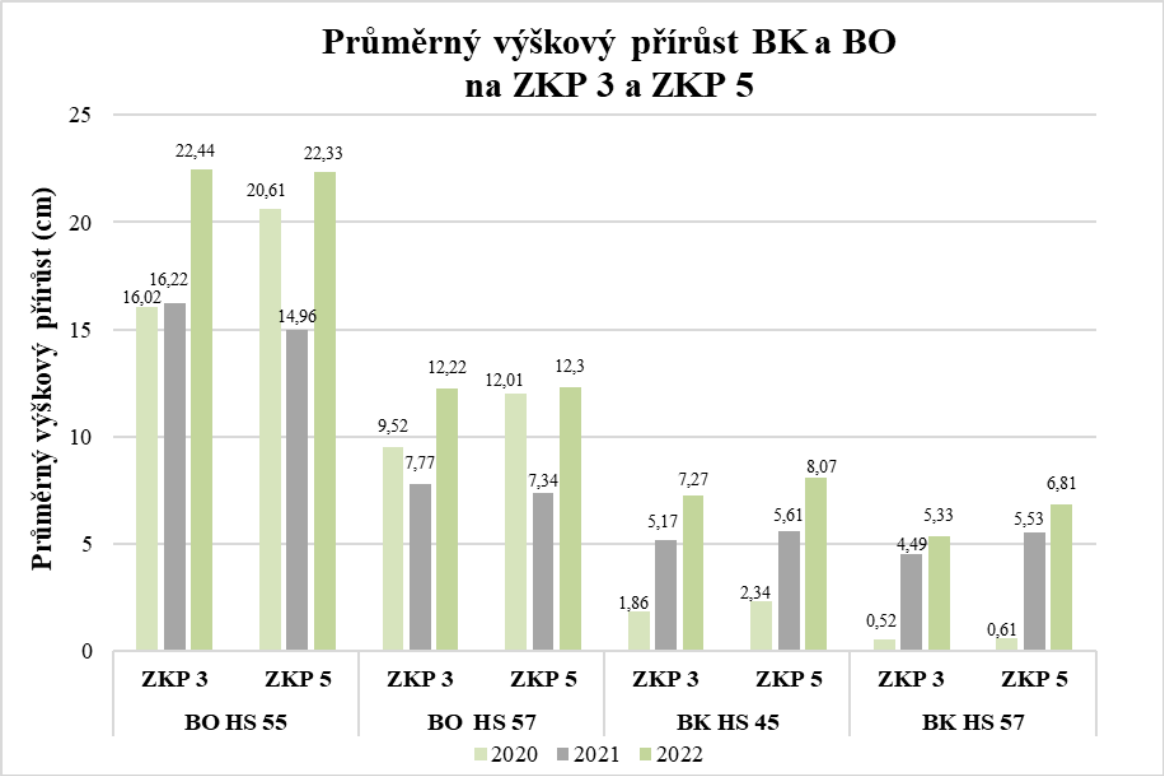
Nejhůře odrůstaly buky a borovice na oglejeném stanovišti. Pro oba druhy platí, že vyšších výšek dosahovali jedinci na plochách chráněných před škodami zvěří. Střední výšky byly u buků na oplocené ZKP 36 cm, u borovic 43,4 cm a na neoplocené ploše u buků 34,2 cm, u borovic 37,2 cm. U buků rostoucích na neoplocené ploše v HS 57 byla zaznamenána nejnižší hodnota výšky 13,5 cm a zároveň i nejvyšší hodnota 73,2 cm. V případě borovic nabýval rozptyl poloviny naměřených výšek hodnot od 26,6 cm až 41,3 cm u nechráněných ploch a u chráněných ploch oplocením nabývaly hodnoty od 36,2 cm do 53,1 cm s nejvyšší výškou 68,3 cm.

Z grafu lze odvodit, že až na jednu výjimku odrůstaly lépe a dosahovaly vyšších výšek jedinci na plochách, které byly chráněny před zvěří. Tohle tvrzení potvrzuje také následující tabulka č. 15 s průměrnými výškovými přírůsty buků a borovic pro jednotlivé zkusné plochy během každého roku zvlášť i dohromady.

Tabulka č. 15: Přehled průměrných výškových přírůstů BK a BO na ZKP č. 3 a ZKP č. 5 během vegetačních období 2020–2022

BK (cm)	**ZKP**	**Průměrný výškový přírůst 2020**	**Průměrný výškový přírůst 2021**	**Průměrný výškový přírůst 2022**	**Průměrný výškový přírůst**
HS 45	č. 3	1,86	5,17	7,27	4,77
	č. 5	2,34	5,61	8,07	5,34
HS 57	č. 3	0,52	4,49	5,33	3,45
	č. 5	0,61	5,53	6,81	4,32
BO (cm)	**ZKP**	**Průměrný výškový přírůst 2020**	**Průměrný výškový přírůst 2021**	**Průměrný výškový přírůst 2022**	**Průměrný výškový přírůst**
HS 55	č. 3	16,02	16,22	22,44	18,23
	č. 5	20,61	14,96	22,33	19,30
HS 57	č. 3	9,52	7,77	12,22	9,84
	č. 5	12,01	7,34	12,3	10,55

Z výše uvedené tabulky měly nejvyšší průměrné přírůsty borovice na živném stanovišti za celou dobu výzkumu, a to 19,30 cm na oplocených plochách a 18,23 cm na neoplocených plochách. U buků byl vypočítán nejvyšší celkový průměrný výškový přírůst 5,34 cm u jedinců na živné lokalitě s oplocením a nejnižší průměrný výškový přírůst 3,45 cm na oglejeném stanovišti bez oplocení, což dokládá i následují graf.



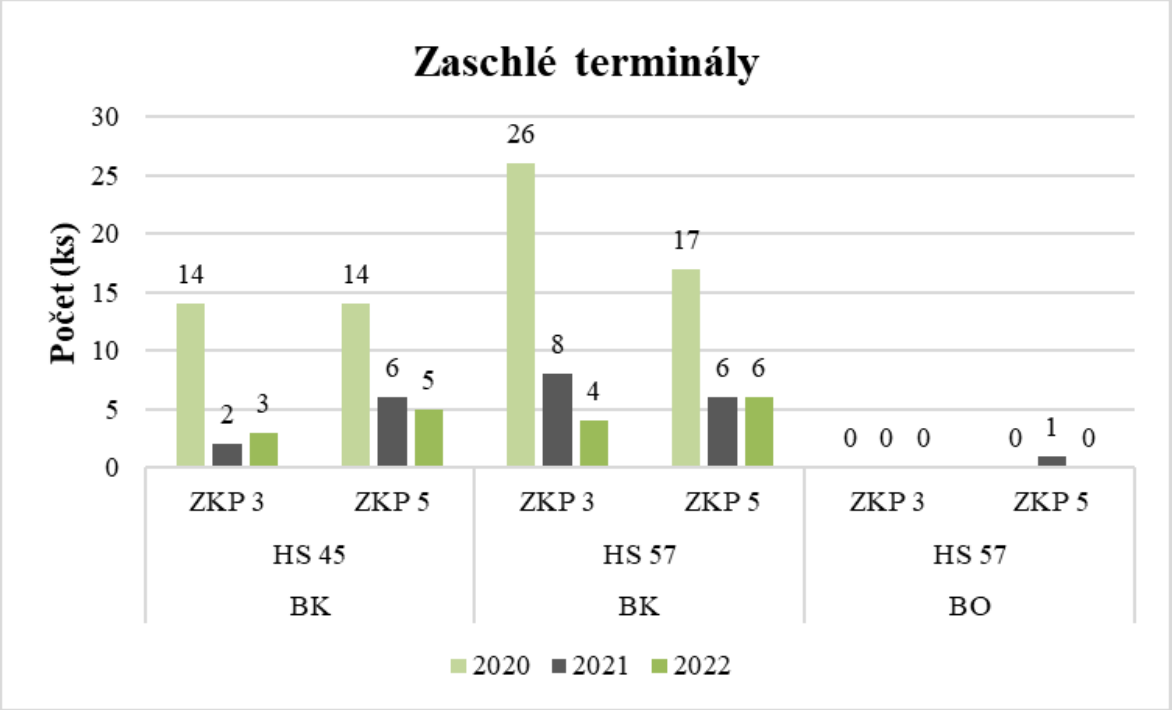
Obr. č. 28: Graf průměrných výškových přírůstů BK a BO na neožínaných zkusných plochách s oplocením a bez oplocení během vegetačních období 2020–2022

Z grafu na obrázku č. 28 lze zaznamenat výrazný pokles průměrného výškového přírůstu borovic mezi roky 2020 a 2021 u obou typů zkusných ploch i hospodářských souborů, až na výjimku ZKP č. 3 v HS 55. Buky zvyšovaly průměrné výškové přírůsty každým rokem. Největší nárůst představoval rok 2021, kdy buky téměř ztrojnásobily výškové přírůsty na neoplocených plochách a u oplocených ploch své přírůsty téměř zosminásobily. Tento fakt může být způsoben poškozením terminálu, který byl v nejvyšší míře zaznamenán pouze v prvním roce výzkumu viz následující obrázek č. 29 s grafem a tabulka č. 16 s uvedenými počty poškozených jedinců.

Tabulka č. 16: Přehled poškozených terminálů BK a BO na ZKP č. 3 a ZKP č. 5 během vegetačních období 2020–2022

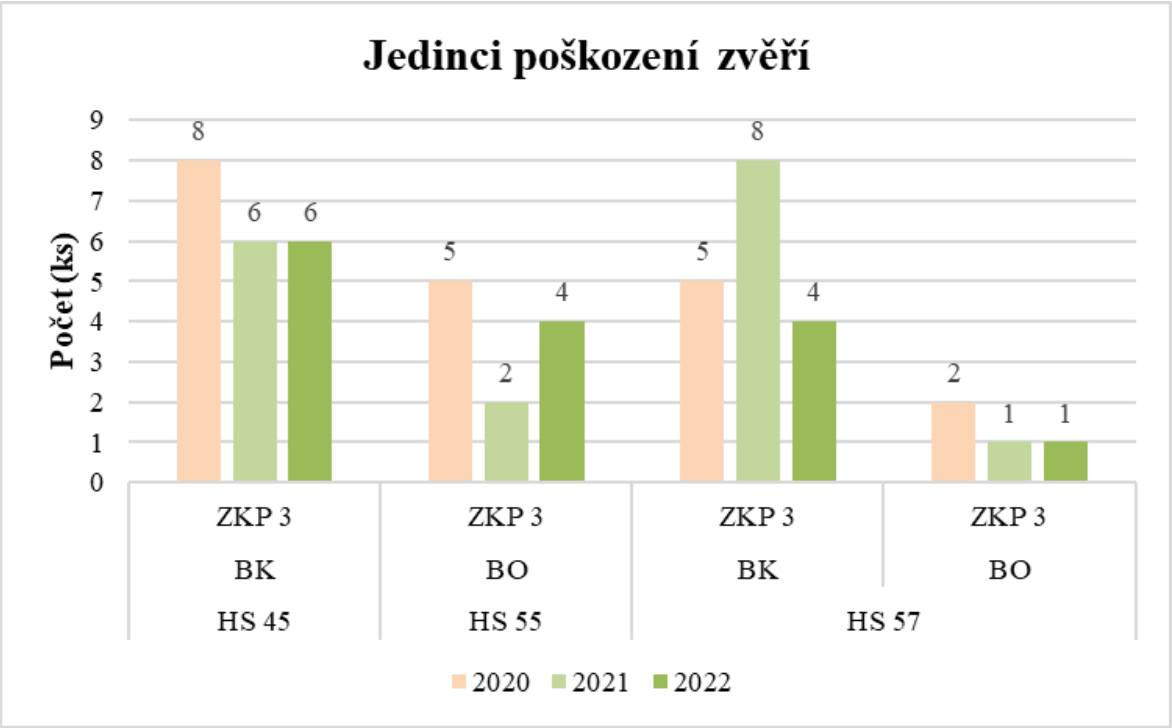
zaschlé terminály (ks)			2020	2021	2022
BK	HS 45	ZKP č. 3	14	2	3
		ZKP č. 5	14	6	5
BK	HS 57	ZKP č. 3	26	8	4
		ZKP č. 5	17	6	6
BO	HS 57	ZKP č. 3	0	0	0
		ZKP č. 5	0	1	0

Stejně jako u ožínaných oplocených a neoplocených ploch bylo monitorováno nejvíce poškozených terminálů u buků. U borovic v HS 57 se vyskytl problém se zaschlým terminálem pouze v jednom případě a u borovic na HS 55 tento problém nebyl vůbec evidován.



Obr. č. 29: Graf znázorňující počty zaschlých terminálu u jedinců BK a BO na neopocených a oplocených zkusných plochách č. 3 a č. 5 během vegetačních období 2020–2022

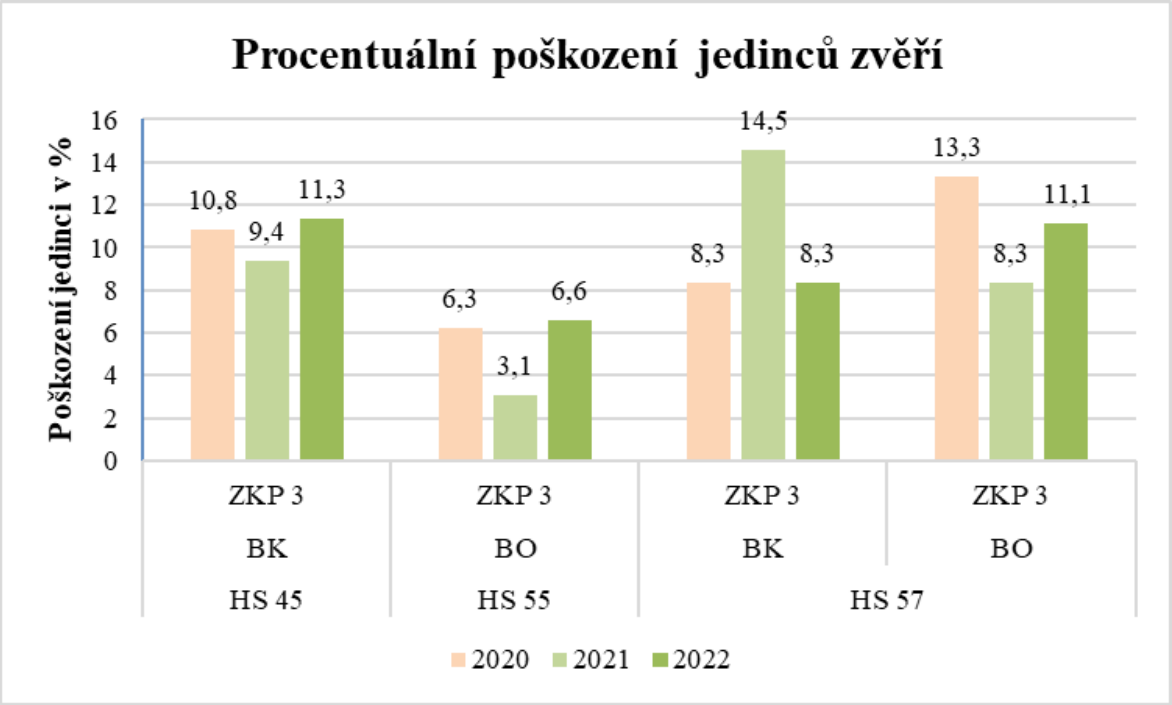
Na obrázku č. 29 jsou graficky znázorněny počty jedinců se zaschlým terminálem v jednotlivých letech výzkumu pro oba typy zkusných ploch a HS. Nejvíce zaschlých terminálů v počtu 26 ks a 17 ks bylo u buků na oglejeném stanovišti, které se nachází v nejvyšší nadmořské výše ze všech lokalit. V případě borovic je možné tvrdit, že netrpí na tento druh poškození.



Obr. č. 30: Graf počtu jedinců BK a BO poškozených zvěří na neoplocené zkusné ploše č. 3 během vegetačních období 2020–2022

Na nižší výškové přírůsty i nižší hodnoty středních výšek u buků a borovic rostoucích na neoplocených zkusných plochách může mít také vliv poškození zvěří. Poškození jedinci byli zaznamenáni a jejich množství v průběhu jednotlivých let znázorňuje graf na obrázku č. 30, z kterého vyplývá, že buky byly zvěří více poškozovány ve srovnání s borovicemi. Bez ohledu na druh dřeviny bylo v konečném výsledku poškozeno nejvíce jedinců na oglejeném stanovišti, i přesto, že zde byly borovice poškozovány nejméně.

Následují graf na obrázku č. 31 uvádí procentuální poškození jedinců zvěří na neoplocených zkusných plochách č. 3. Na oglejeném stanovišti bylo v druhém roce výzkumu poškozeno zvěří 14,5 % buků z celkového počtu životaschopných jedinců v daném roce, což je nevyšší procentuální poškození ze všech evidovaných. Na tomto samém stanovišti bylo poškozeno i nejvíce borovic, celkem 13,3 % již v prvním roce výzkumu. U buků bylo každoročně poškozováno okolo 10 % jedinců v HS 45 a u borovic v rozmezí 3 – 6,5 % v HS 55. Z grafu lze vyvodit závěr, že jedinci rostoucí na oglejeném stanovišti byli nejen početně, ale také procentuálně nejvíce poškozováni zvěří.



Obr. č. 31: Procentuální poškození jedinců zvěří na neoplocené zkusné ploše č. 3 během vegetačních období 2020–2022

Bylo provedeno statistické testování za účelem porovnání ploch z hlediska oplocení a byl hledán rozdíl ve výškách buků a borovic naměřených v posledním vegetačním období mezi neoplocenými plochami bez ožinu a bez ochrany proti zvěři (ZKP č. 3) a oplocenými plochami bez ožinu (ZKP č. 5).

P-hodnota testu pro srovnání výšek buků na oplocených a neoplocených zkusných plochách vycházela nízká, a to 0,02462 (viz příloha č. 13). Tato hodnota je nižší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$. Na základě tohoto výsledku zamítáme hypotézu, že typ zkusné plochy nemá vliv na střední výšky buků a přijímáme tedy alternativní hypotézu, že oplocení nebo neoplocení zkusné plochy má významný vliv na střední výšky buků. Platí tedy tvrzení, že střední výšky jsou rozdílné pro oplocené a neoplocené zkusné plochy. Lze tedy říct, že oplocení zkusných ploch vůči škodám zvěří je podstatné, jelikož faktor v podobě zvěře ovlivňuje výškové přírůsty.

Tohle tvrzení ale neplatí pro střední výšky borovic, jelikož p-hodnota testu činí 0,561 (viz příloha č. 14), což mnohonásobně přesahuje zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ a tudíž nezamítáme nulovou hypotézu, že hodnoty středních výšek borovic jsou stejné na každém typu zkusné plochy a zvolený management zkusné plochy nemá vliv na měřené hodnoty. Avšak p-hodnota pro testování rozdílů ve výškách borovic mezi HS 55 a HS 57 vychází velmi nízká, a to 8,61e-14. Dokonce i pro výšky buků v HS 45 a 57 byla p-hodnota na úrovni 0,00632.

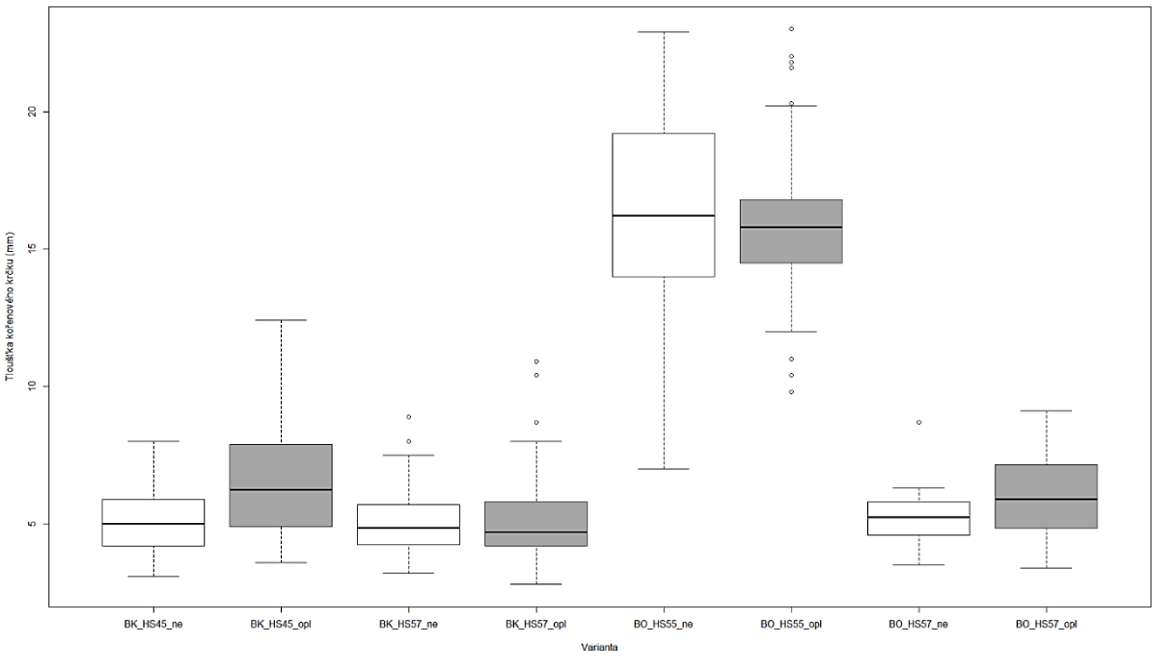
U obou druhů dřevin jsou tedy p-hodnoty nízké, dokonce mnohem nižší, než je hodnota hladiny významnosti ($\alpha = 0,05$). Tudíž zamítáme nulovou hypotézu, že hospodářský soubor nemá vliv na střední výšku buků a borovic a přijímáme hypotézu, že hodnoty středních výšek jsou různé pro zvolené typy HS a zároveň HS významně ovlivňuje střední výšky dřevin.

Jelikož byla nulová hypotéza u buků i borovic zamítnuta, byl následně proveden párový test porovnání pro zjištění, mezi kterou kombinací HS s odlišnými zkusnými plochami jsou statisticky významné rozdíly.

Tukeyho test, v případě borovic odhalil, že pouze u čtyř porovnávaných dvojic existuje statisticky významný rozdíl a pouze mezi oplocenými a neoplocenými plochami v HS 55 a v HS 57 není statisticky významný rozdíl. Největší rozdíl ve výškách borovic dosáhl 10,8 cm mezi neoplocenou zkusnou plochou na živných (HS 55) a oglejených stanovištích (HS 57).

U výšek buků byl pomocí Tukeyho testu nalezen statisticky významný rozdíl pouze mezi oplocenou plochou v podmínkách HS 45 a neoplocenou plochou v HS 57, kde je p-hodnota 0,0029292. Mezi těmito plochami je u jedinců buků zároveň nejvyšší výškový rozdíl, konkrétně 9,8 cm. U ostatních porovnávaných párů kombinací HS s plochami s rozdílnými managementy značí p-hodnoty nevýznamný statický rozdíl.

5.5.2. Porovnání vlivu oplocení na tloušťkový přírůst



ne – plochy neoplocené; opl – plochy oplocené

Obr. č. 32: Graf porovnání vlivu oplocení na tloušťky BK a BO na neožínaných zkusných plochách za rok 2022 v závislosti na typu HS

Obrázek č. 32 vyobrazuje graf srovnání rozdílů mezi tloušťkami kořenových krčků buků a borovic, stejně jako v případě výškových přírůstů na neožínaných oplocených zkusných plochách (ZKP č. 3) a neožínaných neoplocených plochách (ZKP č. 5) během posledního roku výzkumu 2022 v rámci všech tří HS.

Obdobně jako u nejvyšších hodnot výšek měly i v tomto případě opět největší tloušťky borovice na živném stanovišti. Na neoplocené ploše nabývaly tloušťky vyšších hodnot od 7 mm do 22,9 mm se střední tloušťkou 16,2 mm ve srovnání s oplocenou plochou, kde nabývaly hodnoty od 12 mm do 20,3 mm s hodnotou střední tloušťky 15,9 mm, avšak byla zde zaznamenána nejvyšší odlehlá hodnota, představující největší tloušťku kořenového krčku 23 mm v posledním vegetačním období.

Tyto hodnoty tlouštěk borovic v HS 55 byly mnohokrát vyšší a rozkolísanější než tloušťky u borovic rostoucích na HS 57, kde se rozptyl hodnot pohyboval od 3,5 mm do 6,3 mm na plochách bez oplocení, střední tloušťka zde byla 5,3 mm a na plochách chráněných před škodami zvěří nabývaly hodnoty od 3,4 mm do 9,1 mm se střední tloušťkou 5,9 mm.

Buky dosahovaly větších tlouštěk na živném stanovišti, konkrétně na oplocené zkusné ploše, kde se pohybovalo 50 % naměřených hodnot v rozpětí od 4,9 mm do 8 mm se střední tloušťkou 6,3 mm. Na této ZKP byla také zaznamenána největší tloušťka kořenového krčku, a to 12,4 mm. Na neoplocené ZKP nabývala polovina hodnot od 4,2 mm do 6 mm z celkového rozpětí 3,1 mm až 8 mm. Střední tloušťka (5,0 mm) byla nižší než na neoplocené ploše.

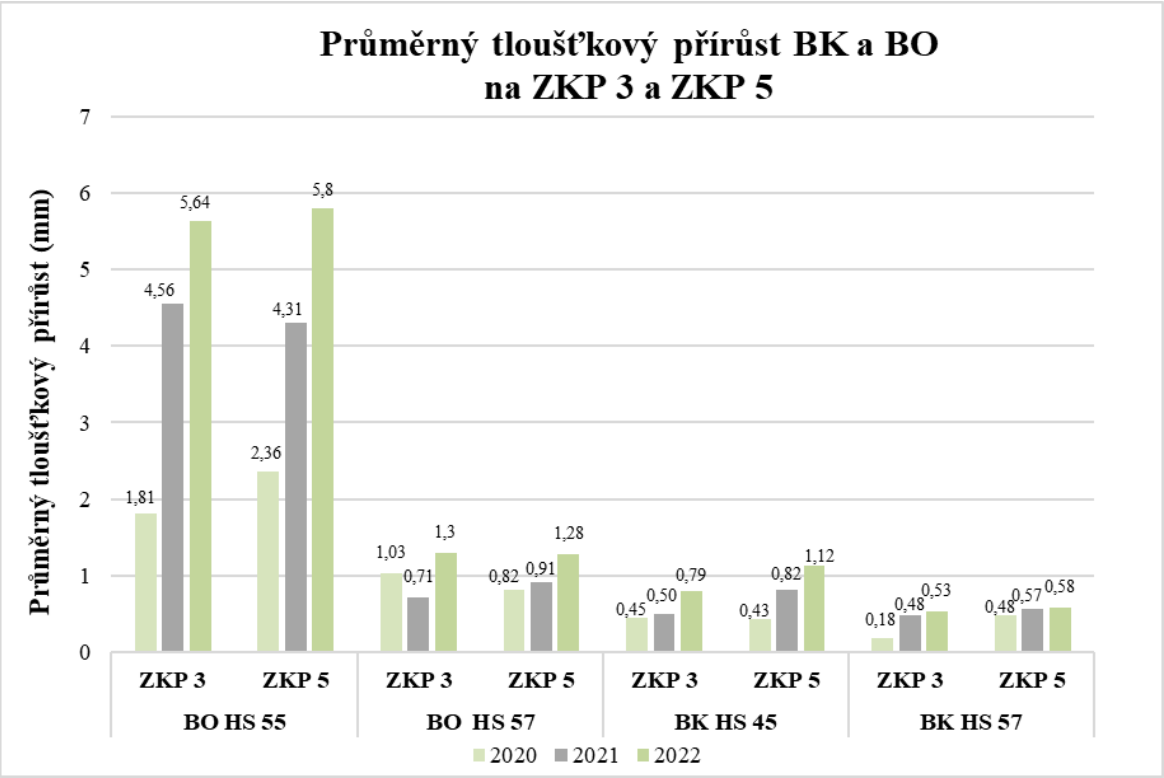
V podmínkách HS 57 na oplocené ploše nabývá rozptyl mezi dolním a horním kvartilem hodnot od 4,2 mm až 5,7 mm a u neoplocených ploch byla hodnota dolního kvartilu stejná 4,2 mm a horní o něco málo vyšší, a to 5,9 mm. Hodnoty středních tlouštěk byly téměř vyrovnané, buky na neoplocené ploše v HS 57 měly střední tloušťku 4,8 mm a buky na oplocené ploše 4,7 mm.

Téměř totožné celkové průměrné tloušťkové přírůsty měly borovice v HS 57, které se pohybovaly okolo 1 mm, jak dokládá i následující tabulka č. 17.

Tabulka č. 17: Přehled průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na ZKP č. 3 a ZKP č. 5 během vegetačních období 2020–2022

BK (mm)	**ZKP**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2020**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2021**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2022**	**Průměrný tloušťkový přírůst**
HS 45	č. 3	0,45	0,50	0,79	0,58
	č. 5	0,43	0,82	1,12	0,79
HS 57	č. 3	0,18	0,48	0,53	0,40
	č. 5	0,48	0,57	0,58	0,54
BO (mm)	**ZKP**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2020**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2021**	**Průměrný tloušťkový přírůst 2022**	**Průměrný tloušťkový přírůst**
HS 55	č. 3	1,81	4,56	5,64	4,00
	č. 5	2,36	4,31	5,8	4,16
HS 57	č. 3	1,03	0,71	1,3	1,01
	č. 5	0,82	0,91	1,28	1,00

I borovice na živném stanovišti měly poměrně vyrovnané celkové průměrné přírůsty, kdy byl u borovic na neoplocené zkusné ploše 4 mm a 4,16 mm v případě jedinců na oplocené ploše. U buků byly větší rozdíly v průměrných tloušťkových přírůstech, což dokládají i celkové průměrné přírůsty.

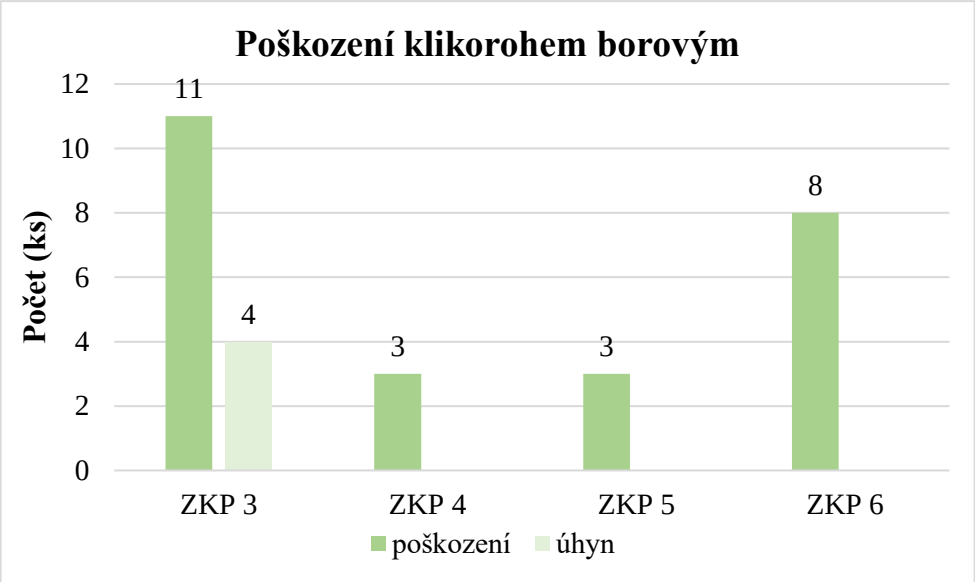


Obr. č. 33: Graf průměrných tloušťkových přírůstů BK a BO na neožínaných zkusných plochách s oplocením a bez oplocení během vegetačních období 2020–2022

Z grafu na obrázku č. 33 je evidentní, že nejvyšších průměrných tloušťkových přírůstů dosahovali jedinci borovice na živném stanovišti, konkrétně na oplocené ploše, tak jako tomu bylo i v případě výškových přírůstů. Lze si všimnout výrazného rozdílu mezi průměrnými tloušťkovými přírůsty mezi borovicemi na HS 55 a HS 57, kde se přírůsty pohybovaly okolo 1 mm.

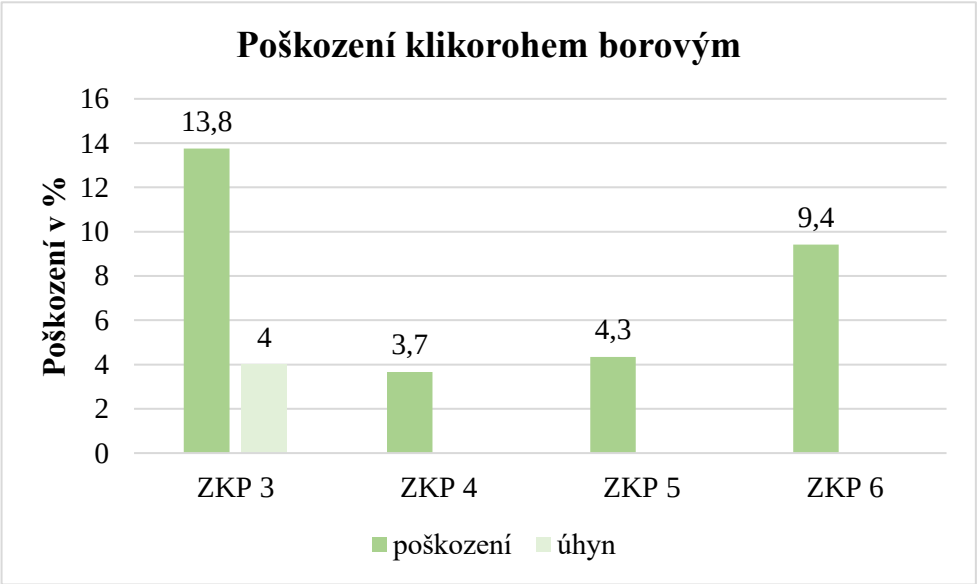
Stejně jako u borovic se i u buků pohybovaly vyšší tloušťkové přírůsty na oplocených zkusných plochách u obou hospodářských souborů. V prvním roce výzkumu byly přírůsty nejnižší a poté se každý rok zvyšovaly.

Lze si ještě povšimnou velmi nízkých tloušťkových přírůstu borovic na živném stanovišti v prvním roce založení zkusných ploch, což může být následek zaznamenaného napadení kořenových krčků klikorohem borovým, viz následující obrázek č. 34 s grafem počtu napadených jedinců borovic.



Obr. č. 34: Graf počtu jedinců borovice napadených klikorohem borovým

Napadení kořenových krčků borovic klikorohem borovým bylo evidováno na všech zkusných plochách pouze na lokalitě založené na HS 55. Tento druh poškození sazenic významně ovlivňoval jejich tloušťkové přírůsty během prvního vegetačního období. Nejvíc sazenic v počtu 11 kusů bylo poškozeno na ZKP č. 3, u které jako jediné byl také zaznamenán úhyn 4 borovic vlivem napadení klikorohem borovým.



Obr. č. 35: Graf procentuálního poškození jedinců borovic klikorohem borovým

V největší míře (13,8 %) byly napadeny borovice na neoplocené a neožínané zkusné ploše a v nejmenší míře (3,7 %) na neoplocené a ožínané ploše viz obrázek č. 35. Napadení klikorohem borovým bylo monitorováno jen v prvním roce. V dalších letech již škody tímto škůdcem nebyly evidovány.

Mezi tloušťkami kořenových krčků buků a borovic naměřených během posledního roku výzkumu na neoplocených a neožínaných plochách bez ochrany proti zvěři (ZKP č. 3) a oplocených plochách bez ožinu bylo také vyhotoveno statistické testování a zjišťována existence statistických rozdílů.

V případě buků byla velmi nízká výsledná p-hodnota testu 9,81e-05 (viz příloha č. 15) pro srovnání oplocených a neoplocených zkusných ploch. P-hodnota tedy značí, že typ zkusné plochy je významným prediktorem a zároveň je p-hodnota mnohonásobně nižší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, na základě čehož zamítáme nulovou hypotézu, že střední výška buků je stejná pro oba typy zkusných ploch a faktor v podobě oplocení či neoplocené plochy nemá vliv na měřené výšky a přijímáme alternativní hypotézu, že střední výšky buků jsou odlišné mezi oplocenými a neoplocenými zkusnými plochami a jsou významně ovlivňovány managementem zkusné plochy.

V případě borovic vycházela p-hodnota testu pro variantu oplocených nebo neoplocených zkusných ploch na 0,0855 (viz příloha č. 16), což je více než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$. Z tohoto důvodu je platná nulová hypotéza, že střední hodnoty tlouštěk borovic jsou na obou typech zkusných ploch totožné a faktor oplocení nemá vliv na měřené tloušťky kořenových krčků.

Při testování rozdílu tlouštěk kořenových krčků v závislosti na typu HS vychází pro buky mezi HS 45 a HS 57 p-hodnota 0,00571 a pro borovice mezi HS 55 a HS 57 je velmi nízká p-hodnota, a to <2e-16. Pro obě p-hodnoty platí že jsou nižší než zvolená hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), tudíž zamítáme hypotézu, že zvolený hospodářský soubor nemá vliv na hodnotu středních tlouštěk kořenových krčků buků ani borovic a potvrzujeme alternativní hypotézu, že střední tloušťky jsou rozdílné v jednotlivých HS, z čehož plyne, že zvolený typ HS má vliv na střední tloušťky.

Nulová hypotéza tedy byla zamítnuta, na základě čehož byl proveden post-hoc test, konkrétně Tukeyho test k odhalení, mezi kterými páry hospodářských souborů s odlišnými ZKP existují statisticky významné nebo nevýznamné rozdíly viz příloha č. 15 a č. 16.

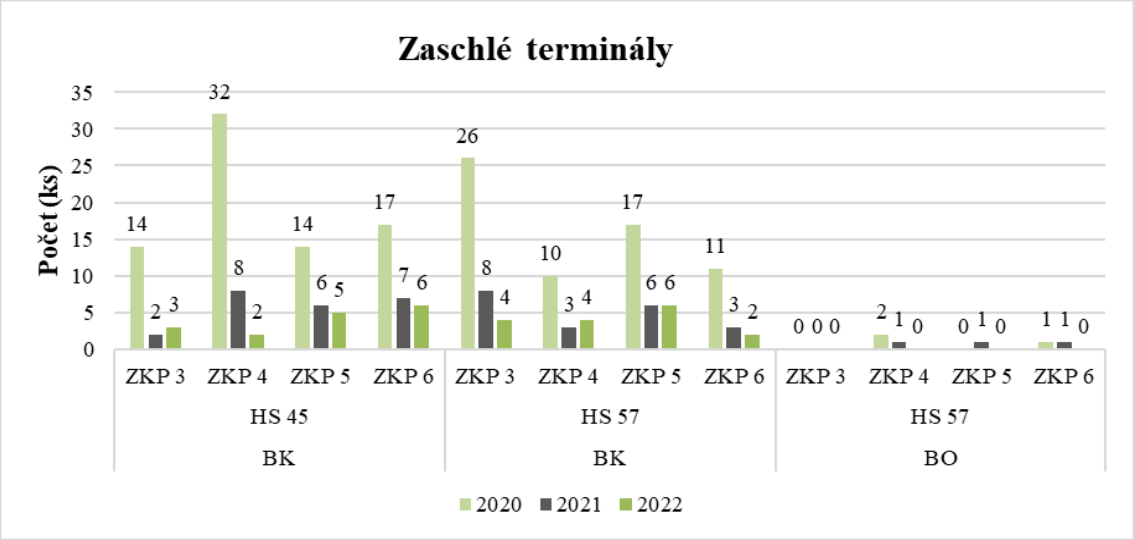
U buků byl statisticky významný rozdíl v tloušťkách kořenových krčků mezi oplocenou a neoplocenou plochou v HS 45 a mezi neoplocenou plochou v HS 57 a oplocenou plochou v HS 45. Mezi touto poslední kombinací ploch v HS 57 a HS 45 byl rozdíl v tloušťkových přírůstech buků nejvyšší a činil 1,57 mm. U zbylých tří porovnávaných párů byl rozdíl bez statistického významu, protože p-hodnoty byly vyšší než zvolená hladina významnosti

($\alpha = 0,05$). U neoplocených ploch na živném a oglejeném stanovišti byla velmi vysoká p-hodnota 0,9977772, což vypovídá o vysoké pravděpodobnosti, že mezi středními tloušťkami buků na těchto plochách není téměř žádný rozdíl.

U borovic byl odhalen statisticky významný rozdíl u většiny porovnávaných párů hospodářských souborů s odlišnými ZKP. Bez statistického významu byl rozdíl mezi oplocenou a neoplocenou plochou v HS 55 a mezi oplocenou a neoplocenou v HS 57. Největší rozdíl mezi středními tloušťkami borovic činil 10,8 mm a byl u neoplocených ploch na živném a oglejeném stanovišti.

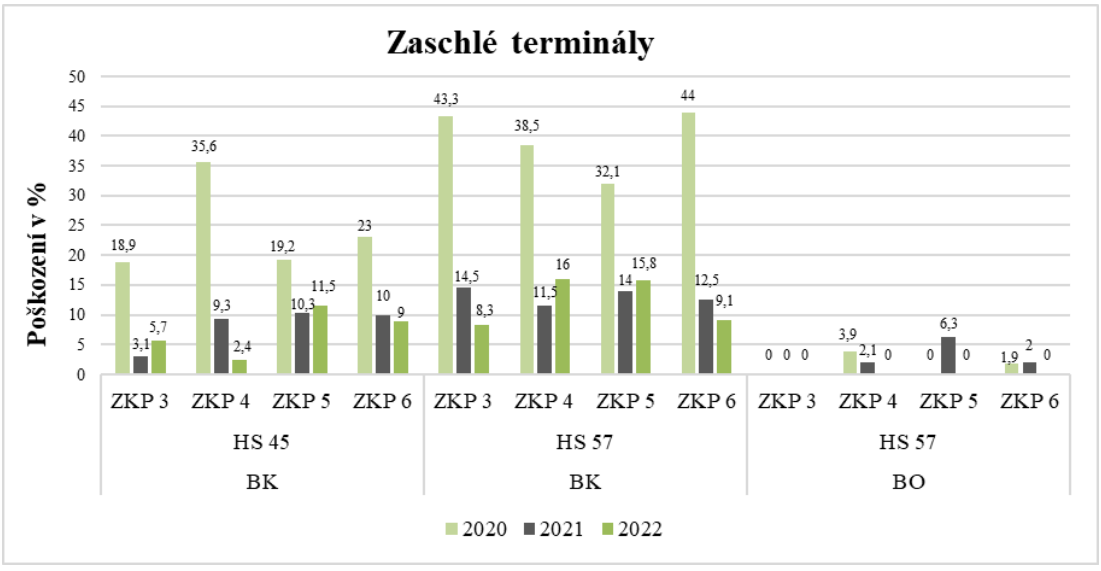
5.6. Zaschlé terminály

Výškové přírůsty zejména u buků byly výrazně ovlivňovány poškozením, při němž docházelo k zaschnutí terminálního výhonu, v důsledku čehož pak byly přírůsty nízké. Odumření terminálu, v podobě jeho zaschnutí bylo v prvním roce způsobeno zejména pozdním jarním mrazem. Nejnáchylněji na mráz reagovaly buky, viz následující graf na obrázku č. 36.



Obr. č. 36: Graf počtu jedinců se zaschlými terminály na všech ZKP i HS během roku 2020–2022

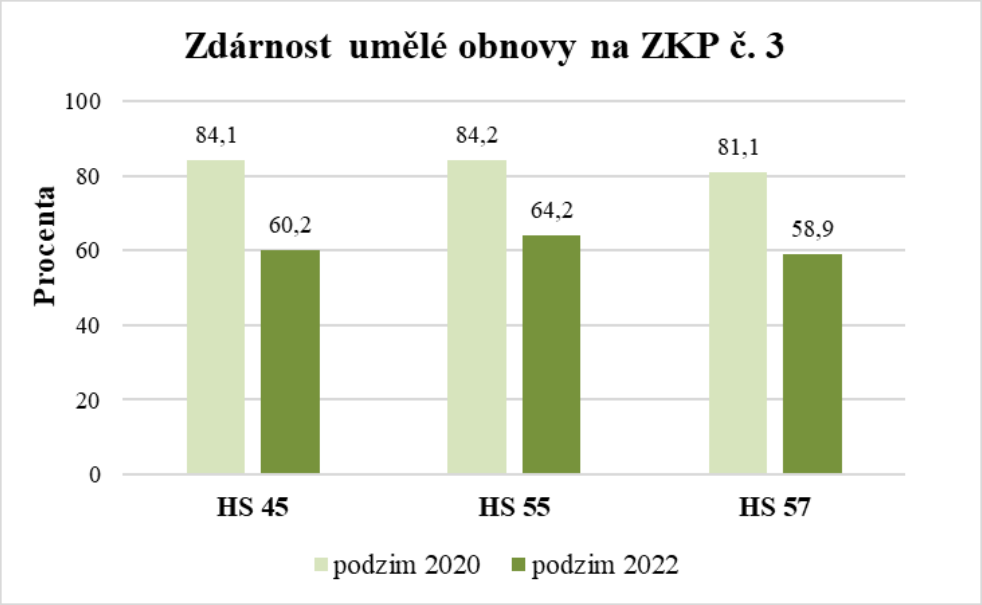
Během celé doby výzkumu byly procentuálně nejvíce poškozovány buky na lokalitě v HS 57 na všech typech zkusných ploch, jak zobrazuje graf na obrázku č. 37. V případě borovic bylo poškození v podobě zaschlých terminálů minimální, téměř zanedbatelné bez výrazného vlivu na výškové přírůsty.



Obr. č. 37: Graf procentuálního poškození jedinců na všech ZKP i HS během roku 2020–2022

5.7. Úspěšnost umělé obnovy na jednotlivých zkusných plochách

5.7.1. Zdárnost obnovy na neoplocených zkusných plochách bez ožinu a bez ochrany proti zvěři (ZKP č. 3)



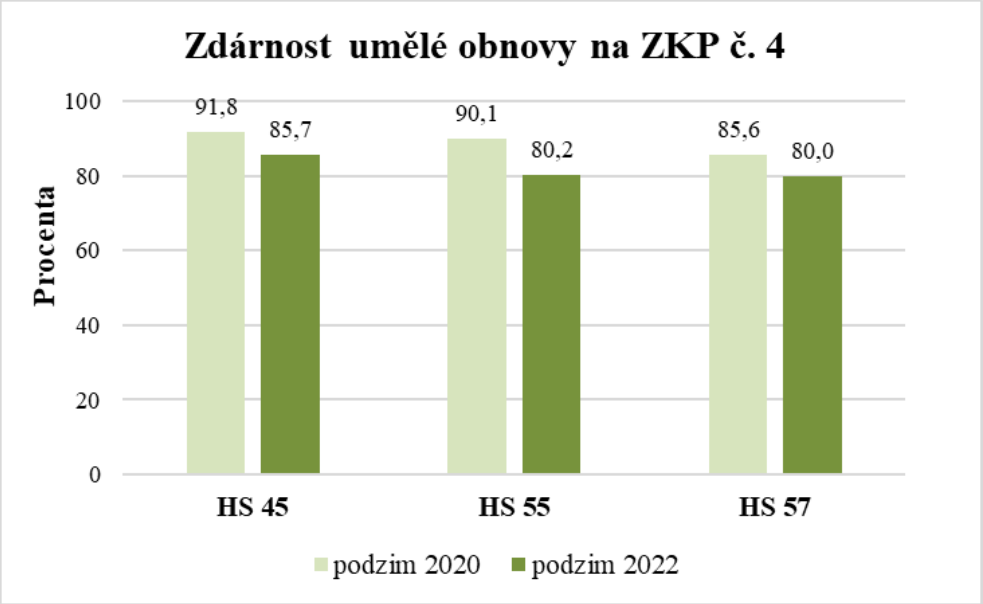
Obr. č. 38: Graf porovnání procentuální zdárnosti umělé obnovy na neoplocených zkusných plochách bez ožinu v jednotlivých HS za rok 2020 a 2022

V rámci neoplocených zkusných ploch, bez ožinu a bez jiných ochranných opatření proti zvěři bylo provedeno porovnání úspěšnosti umělé obnovy v podmínkách jednotlivých hospodářských souborů. Na těchto zkusných plochách byl pozorován zejména vliv zvěře a také útlak buřeně. Zdárnost se vyhodnocovala na konci vegetačního období v prvním a posledním roce výzkumu viz graf na obrázku č. 38.

Vliv zvěře v kombinaci s útlakem buřeně se znatelně projevil ve všech sledovaných HS, zejména na HS 57, kde byla nejvyšší mortalita jedinců ve výši 41,1 %. Po prvním vegetačním období klesla zdárnost umělé obnovy na 81,1 % a po dvou letech byla na úrovni 58,9 %. Nejúspěšněji odrůstaly borovice v podmínkách neoplocené a neožínané zkusné plochy v HS 55, kde úspěšnost umělé obnovy činila na konci výzkumu 64,2 %.

Největší rozdíl (8,4 %) ve zdárnosti umělé obnovy byl po prvním roce výzkumu mezi neoplocenými, neožínanými a oplocenými ožínanými plochami v HS 45, kdy v případě ZKP č. 3 dosáhla umělá obnova úspěšnosti 84,1 % a 92,5 % u ZKP č. 6. Na konci výzkumu byl největší rozdíl (28,8 %) ve zdárnosti mezi ZKP č. 3 a ZKP č. 6 v HS 55.

5.7.2. Zdárnost obnovy na neoplocených zkusných plochách s ožinem a s ochranou proti zvěři (ZKP č. 4)



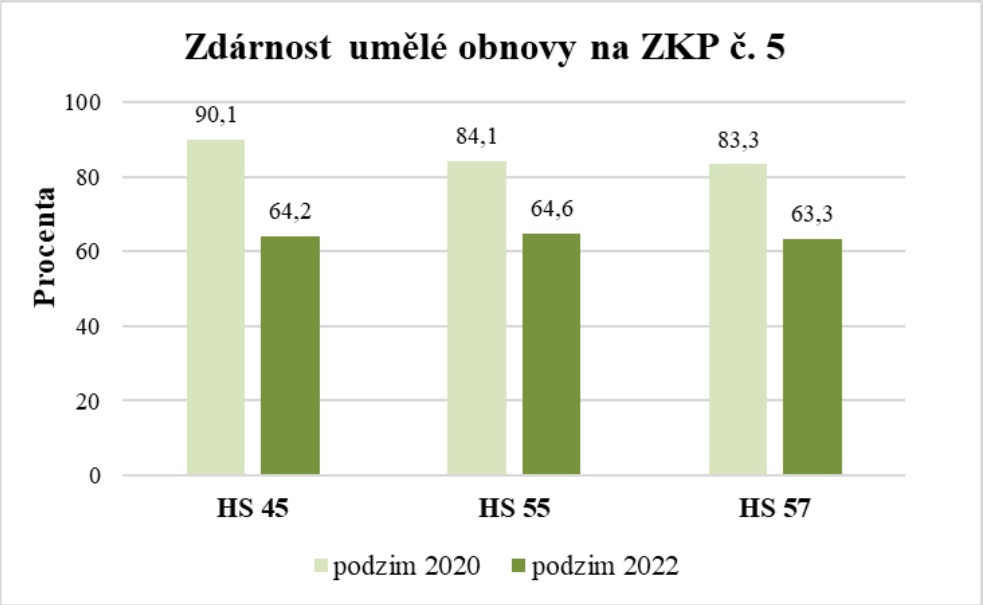
Obr. č. 39: Graf porovnání procentuální zdárnosti umělé obnovy na neoplocených zkusných plochách s ožinem v jednotlivých HS za rok 2020 a 2022

Z grafu na obrázku č. 39 lze vidět, že největší míry zdárnosti umělé obnovy dosáhli jedinci chráněni před zvěří na neoplocených plochách v HS 45, které byly ožínány. Na tomto typu zkusných ploch byly pozorovány pouze škody v podobě zaschlých terminálů a u borovic škody způsobené klikorohem borovým. Zdárnost umělé obnovy se vyhodnocovala na konci prvního a poté posledního vegetačního období.

Mortalita na konci posledního vegetačního období byla na ZKP v HS 45 na velmi nízké úrovni, celkem uhynulo jen 14,3 % jedinců. Vyšší míra mortality, okolo 20 %, byla zaznamenána u jedinců v HS 55 i HS 57. Nejzdárnější umělá obnova dosáhla u tomto typu managementu 85,7 % v HS 45.

V porovnání neoplocené, ožínané plochy s ochranou proti zvěři s neoplocenou zkusnou plochou č. 3 bez ožinu je nevyšší rozdíl 25,5 % ve zdárnosti umělé obnovy v HS 45 a nejnižší rozdíl 16 % v HS 55.

5.7.3. Zdárnost obnovy na oplocených zkusných plochách bez ožinu (ZKP č. 5)



Obr. č. 40: Graf porovnání procentuální zdárnosti umělé obnovy na oplocených zkusných plochách bez ožinu v jednotlivých HS za rok 2020 a 2022

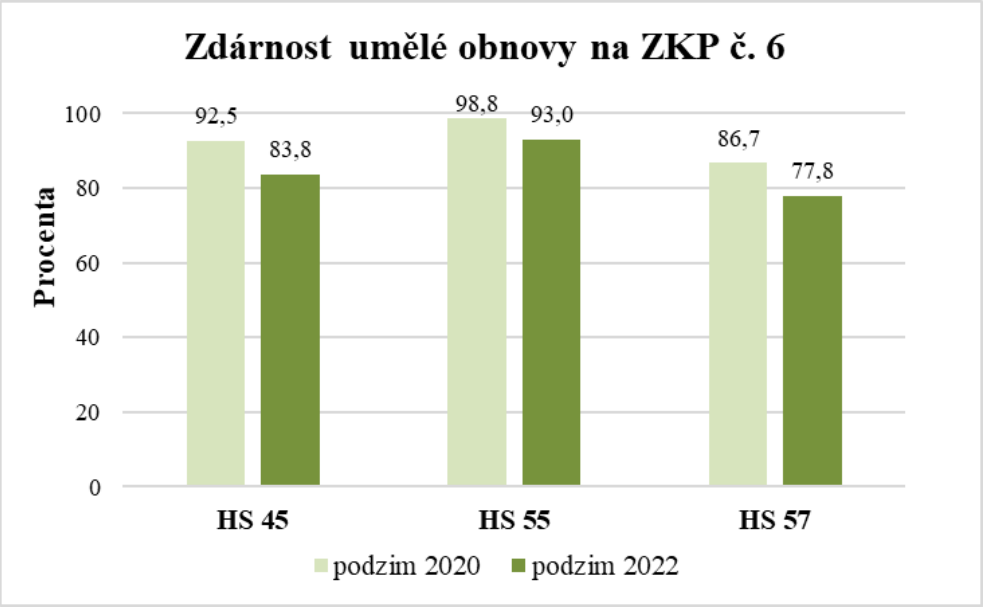
Graf na obrázku č. 40 znázorňuje rozdíl v úspěšnosti umělé obnovy v rámci jednotlivých HS na oplocených zkusných plochách bez ožinu. U tohoto managmentu zkusných ploch byl monitorován hlavně útlak buřeně. Úspěšnost umělé obnovy se vyhodnocovala na podzim prvního roku výzkumu a poté o dvě vegetační období později, na podzim v roce 2022.

Nejúspěšnější byla umělá obnova po prvním roce výzkumu v podmínkách HS 45, kde dosahovala zdárnost 90,1 %. Avšak po vyhodnocení posledního vegetačního období se stala umělá obnova nejúspěšnější v HS 55, kde dosáhla nejvyšší úrovně 64,6 % v porovnání s ostatními HS.

Největší mortalita na konci výzkumu byla ve výši 36,7 % opět jako u předešlých ZKP na oglejeném stanovišti HS 57 a nejnižší mortalita, ale poměrně na vysoké úrovni 35,4 % byla v HS 55. Tudíž je úspěšnost umělé obnovy poměrně vyrovnaná v rámci všech tří HS.

Avšak v porovnání s typem zkusných ploch, které byly také oploceny, ale navíc ožínány (ZKP č. 6) je evidentní výrazný rozdíl ve zdárnosti umělé obnovy. V případě ožínaných a oplocených ZKP se úspěšnost pohybuje od 77,8 % do 93 % a u neožínaných ZKP od 63,3 % do 64,6 %, což je mnohem nižší úroveň úspěšnosti než na ožínaných zkusných plochách. Na základě tohoto porovnání lze tedy tvrdit, že buřeň výrazně ovlivňuje ujímání a přežívání jedinců.

5.7.4. Zdárnost obnovy na oplocených zkusných plochách s ožinem (ZKP č. 6)



Obr. č. 41: Graf porovnání procentuální zdárnosti umělé obnovy na oplocených zkusných plochách s ožinem v jednotlivých HS za rok 2020 a 2022

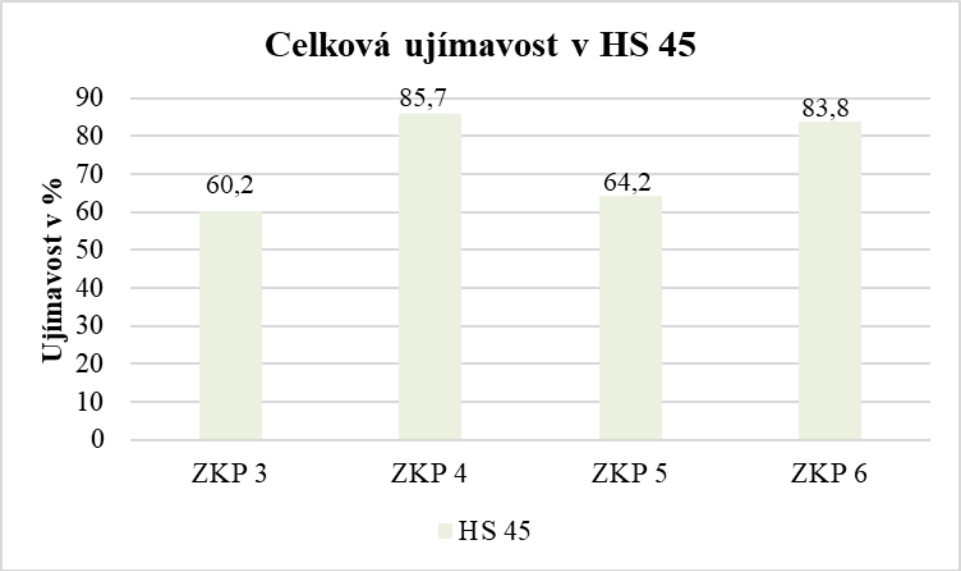
Zdárnost umělé obnovy je srovnatelná mezi oplocenou plochou s ožinem (ZKP č. 6) a neoplocenou plochou s ožinem (ZKP č. 4), kdy největší rozdíl je v HS 55. Na oplocené a ožínané ZKP činila zdárnost obnovy 93 % a u neoplocené ožínané ZKP pouze 80,2 % na konci posledního vegetačního období, viz obrázek č. 41. Při celkovém srovnání bez ohledu na HS byla umělá obnova na ožínaných oplocených plochách o 8,7 % úspěšnější než na neoplocených, ožínaných plochách.

Mezi oplocenými a ožínanými zkusnými plochami, bylo provedeno porovnání úspěšnosti umělé obnovy v rámci všech tří hospodářských souborů. U tohoto managementu umělé obnovy bylo zaznamenáváno pouze poškození ve formě zaschlých terminálů, které nemělo vliv na životaschopnost jedinců. Porovnání zdárnosti bylo provedeno na podzim 2020 po konci vegetačního období a na podzim v roce 2022.

Umělá obnova na tomto typu ožínaných a oplocených zkusných ploch byla ze všech nejúspěšnější. V rámci hospodářských souborů byla mortalita minimální v HS 55, a to 1,2 % po prvním roce a 7 % na konci výzkumu. Naopak nejvyšší míra mortality byla zaznamenána na oglejeném stanovišti, kdy na podzim v prvním roce činila 13,3 % a po dvou letech klesla až na 22,2 %.

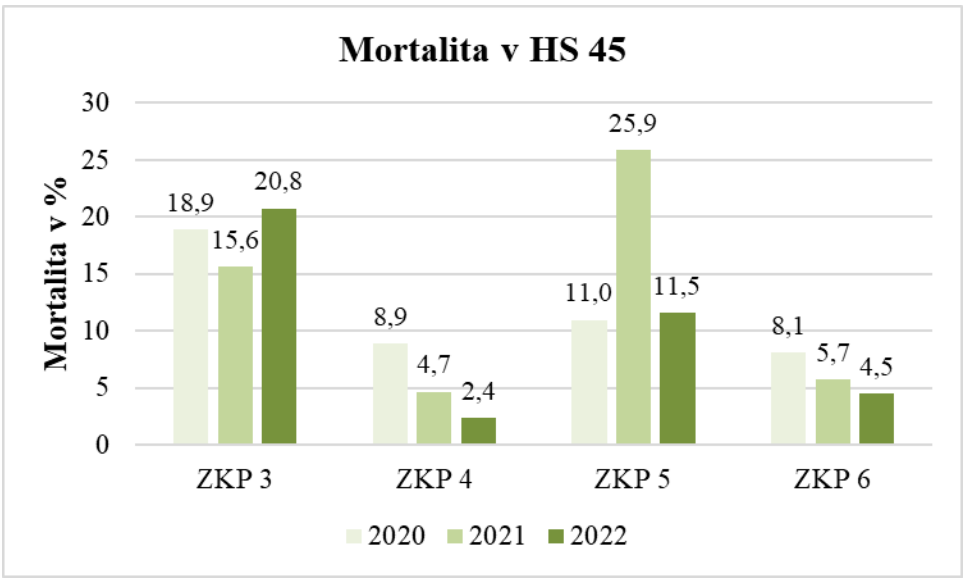
Při porovnání oplocené a ožínané zkusné plochy č. 6 s jinými neoplocenými nebo neožínanými plochami je evidentní rozdíl v míře zdárnosti umělé obnovy, na kterou má nejvýraznější vliv bučeň. V případě neožínaných ploch je mortalita mnohem vyšší a u neoplocených ploch je navyšována i škodami zvěří.

5.8. Úspěšnost umělé obnovy dle hospodářských souborů



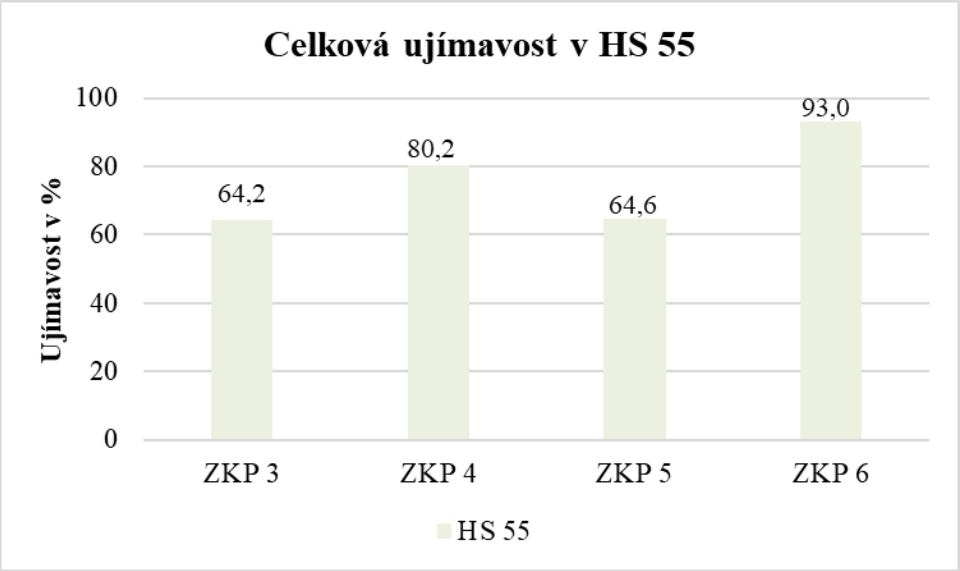
Obr. č. 42: Graf procentuálního porovnání celkové zdárnosti umělé obnovy na jednotlivých zkusných plochách v HS 45

V rámci HS 45 byl překvapivě nejúspěšnější managment umělé obnovy na neoplocené a ožínané zkusné ploše s ochranou proti škodám zvěři a nejméně zdárná byla obnova na neoplocené a neožínané zkusné ploše, jak lze vidět v grafu na obrázku č. 42.



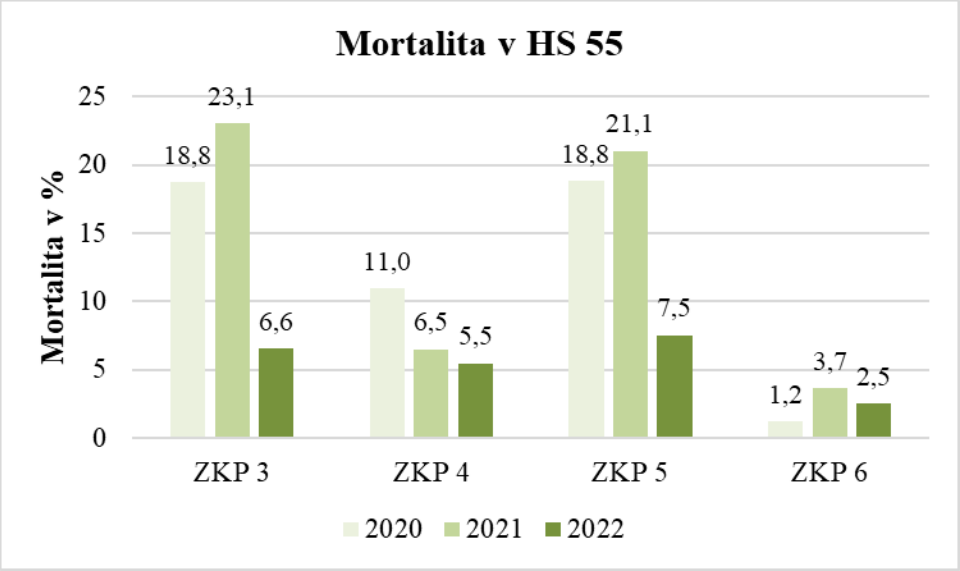
Obr. č. 43: Graf procentuálního porovnání mortality na jednotlivých zkusných plochách v HS 45 během vegetačních období 2020–2022

Z grafu na obrázku č. 43 je znázorněna procentuální mortalita jedinců v rámci všech zkusných ploch během celé doby výzkumu. Lze konstatovat, že u ožínaných ploch se mortalita snižovala každým rokem. Také je evidentní, že na ožínaných zkusných plochách byla umělá obnova úspěšnější v porovnání s plochami bez ožinu.



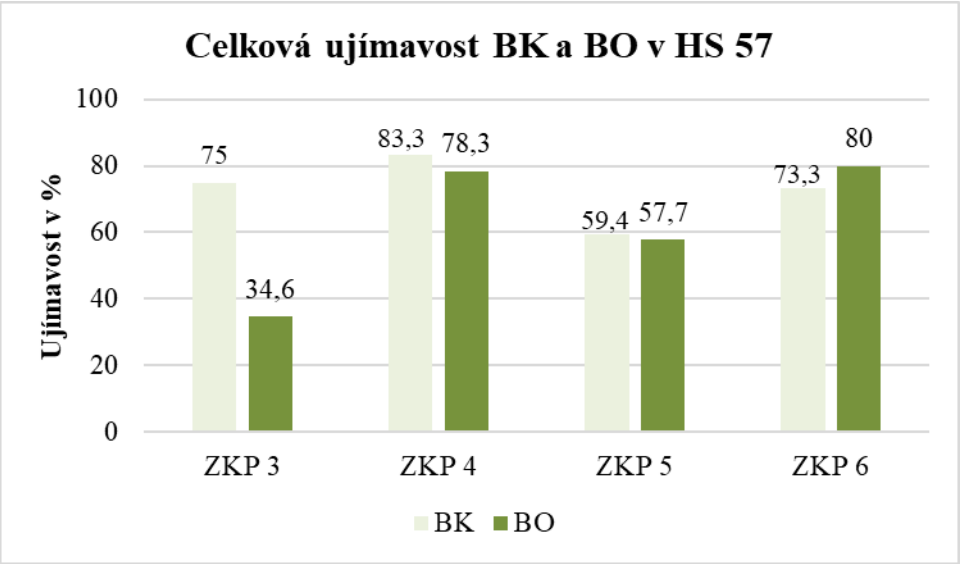
Obr. č. 44: Graf procentuálního porovnání celkové zdárnosti umělé obnovy na jednotlivých zkusných plochách v HS 55

Obrázek č. 44 vyobrazuje graf, ze kterého vyplývá, že nejúspěšnější byla umělá obnova v rámci HS 55 na ožínané a oplocené zkusné ploše a nejméně zdárná na neoplocené a neožínané ploše, jak bylo očekáváno.



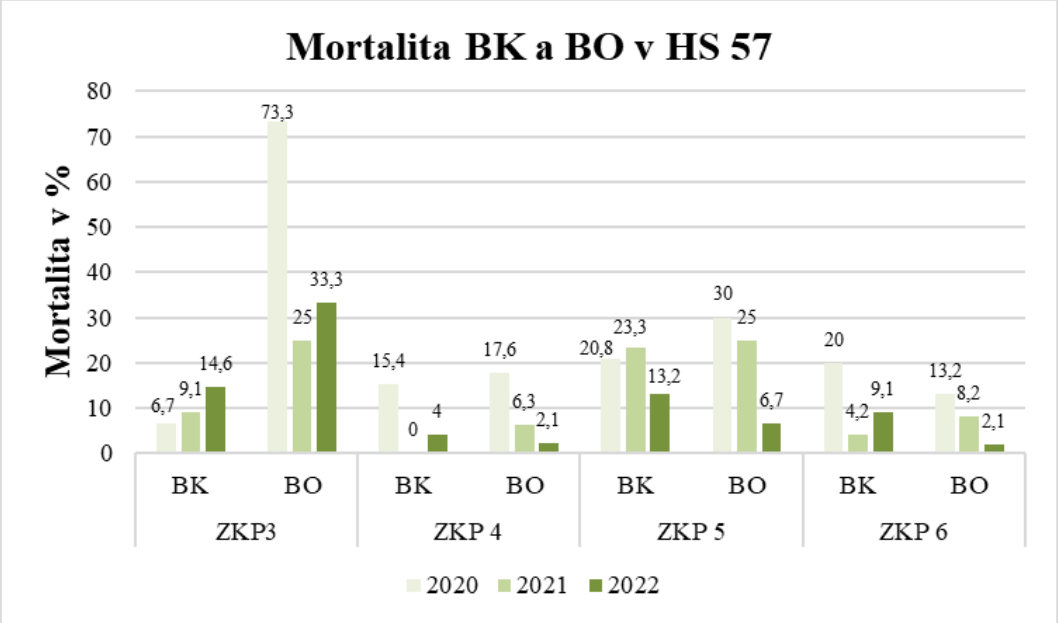
Obr. č. 45: Graf procentuálního porovnání mortality na jednotlivých zkusných plochách v HS 55 během vegetačních období 2020–2022

Nejvyšší mortalita borovic byla zaznamenána v roce 2021 u neožínaných zkusných ploch č. 3 (23,1 %) a č. 5 (21,1 %) viz graf na obrázku č. 45. Nejnižší mortalita byla v prvním roce výzkumu (1,2 %) na oplocené a ožínané zkusné ploše. Tato zkusná plocha měla zároveň nejnižší míru mortality v každém roce výzkumu v HS 55. U všech ZKP, kromě neoplocené a ožínané ZKP byla mortalita na nejnižší úrovni v posledním roce výzkumu.



Obr. č. 46: Graf procentuálního porovnání celkové zdárnosti umělé obnovy na jednotlivých zkusných plochách v HS 57

Na neoplocené a neožínané zkusné ploše se v největší míře projevil na zdárnosti umělé obnovy negativní vliv buřeně a zvěře, kdy na konci výzkumu byla úspěšnost jen 34,6 %, jak lze vidět v grafu na obrázku č. 46. Na ožínaných a oplocených ZKP byla míra úspěšnosti umělé obnovy na 80 %.



Obr. č. 47: Graf procentuálního porovnání mortality na jednotlivých zkusných plochách v HS 57 během vegetačních období 2020–2022

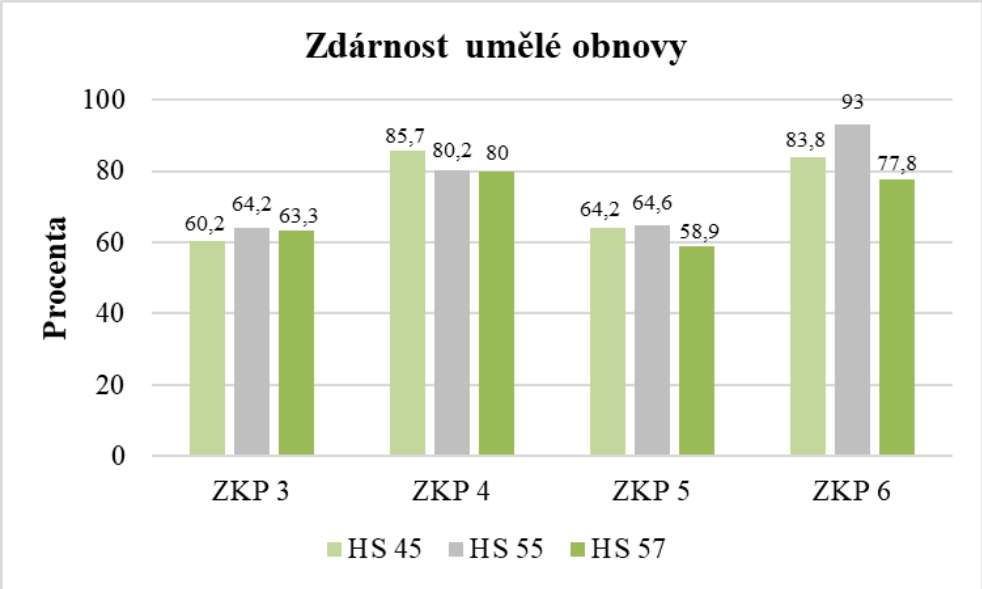
Graf na obrázku č. 47 znázorňuje porovnání mortality mezi jedinci buků a borovic. Nejvyšší úhyn měly borovice v každém roce výzkumu na neoplocené a neožínané ZKP a již

po prvním vegetačním období zde byla mortalita na nejvyšší úrovni, uhynulo 73,3 % jedinců. Nejlépe odolávaly borovice podmínkám oglejeného stanoviště na oplocené a ožínané zkusné ploše, kde se míra mortality postupně snižovala až na pouhých 2,1 %. Stejná míra mortality byla evidována v posledním roce i na ožínané zkusné ploše, ale bez oplocení.

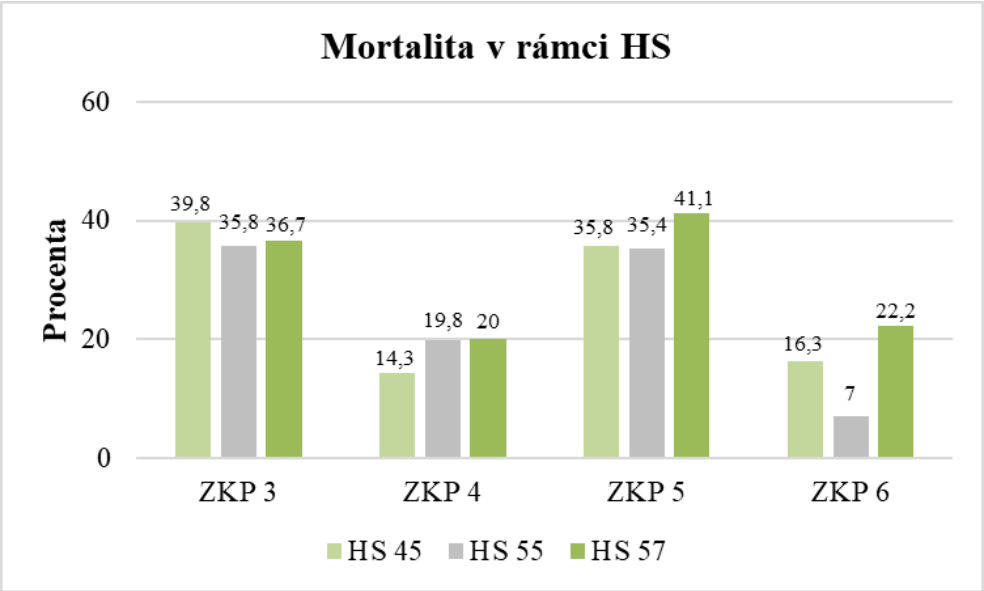
U buků byla zaznamenána nejvyšší mortalita v každém roce výzkumu na oplocených plochách bez ožinu, kde se úhyn pohyboval od 13,2 % do 23,3 %. Z grafu je možné si povšimnout, že u neoplocené a neožínané zkusné plochy stoupá úhyn každým rokem.

Na oglejeném stanovišti je v případě borovic u všech typů zkusných ploch vyšší míra mortality než u buků. To platí i v průběhu všech let výzkumu. Obecně tedy buky na tomto typu stanoviště HS 57 lépe odrůstaly a úspěšněji odolávaly působícím faktorům.

Graf na obrázku č. 48 znázorňuje procentuální porovnání úspěšnosti umělé obnovy mezi jednotlivými typy zkusných ploch v odlišných hospodářských souborech na konci výzkumu. Z grafu je zřejmý rozdíl mezi plochami s ožinem a bez ožinu. Obecně je nejméně zdárná umělá obnova na neožínaných zkusných plochách, a naopak nejzdárnější je na ožínaných plochách. Lze tedy tvrdit, že bučeň je nejvýznamnější faktor limitující úspěšnost umělé obnovy. V rámci hospodářských souborů byla umělá obnova nejzdárnější v HS 55 a nejméně zdárná na oglejeném stanovišti HS 57.



Obr. č. 48: Graf procentuálního porovnání celkové zdárnosti umělé obnovy na jednotlivých zkusných plochách v rámci všech HS



Obr. č. 49: Graf procentuálního porovnání mortality na jednotlivých zkusných plochách rámci všech hospodářských souborů

Graf na obrázku č. 49 navazuje na předchozí graf a uvádí míru mortality pro jednotlivé zkusné plochy s odlišným managementem umělé obnovy na všech třech typech hospodářských souborů. Největší množství uhynulých jedinců bylo evidováno v podmínkách HS 57 téměř u všech typů zkusných ploch, kromě ZKP č. 3. Nejnižší míra mortality připadá na HS 55 s výjimkou ZKP č. 3.

5.9. Zhodnocení přirozené obnovy

Na každé lokalitě v rámci vybraných HS byly ponechány dvě zkusné plochy zcela bez zásahu, vždy jedna oplocená a druhá neoplocená, k projevení přirozené sukcese a možnosti zhodnocení jejího potencionálu. Během tří vegetačních období byly zaznamenávány druhy dřevin a jejich čestnost na jednotlivých ZKP.

5.9.1. Přirozená obnova na HS 45

Neoplocená ZKP č. 1

Zkusná plocha byla před zahájením výzkumu vydrcena, takže se jednalo především o semenáčky zmlazujících se druhů dřevin. Na konci prvního vegetačního období bylo na neoplocené ZKP č. 1 evidováno celkem 33 přirozeně zmlazených jedinců viz následující tabulka č. 18. V přepočtu na jeden ha to činí 3 300 jedinců. V roce 2021 byla zaznamenána poměrné velká mortalita, uhynulo 9 jedinců. Celkem tedy zůstalo na konci vegetačního období přeživších 24 dřevin, což v přepočtu představuje pouze 2 400 ks/ha. V posledním evidovaném roce klesl počet jedinců na 20, v přepočtu 2 000 ks/ha.

Tabulka č. 18: Přirozená obnova na neoplocené ZKP č. 1 v HS 45 během doby výzkumu 2020–2022

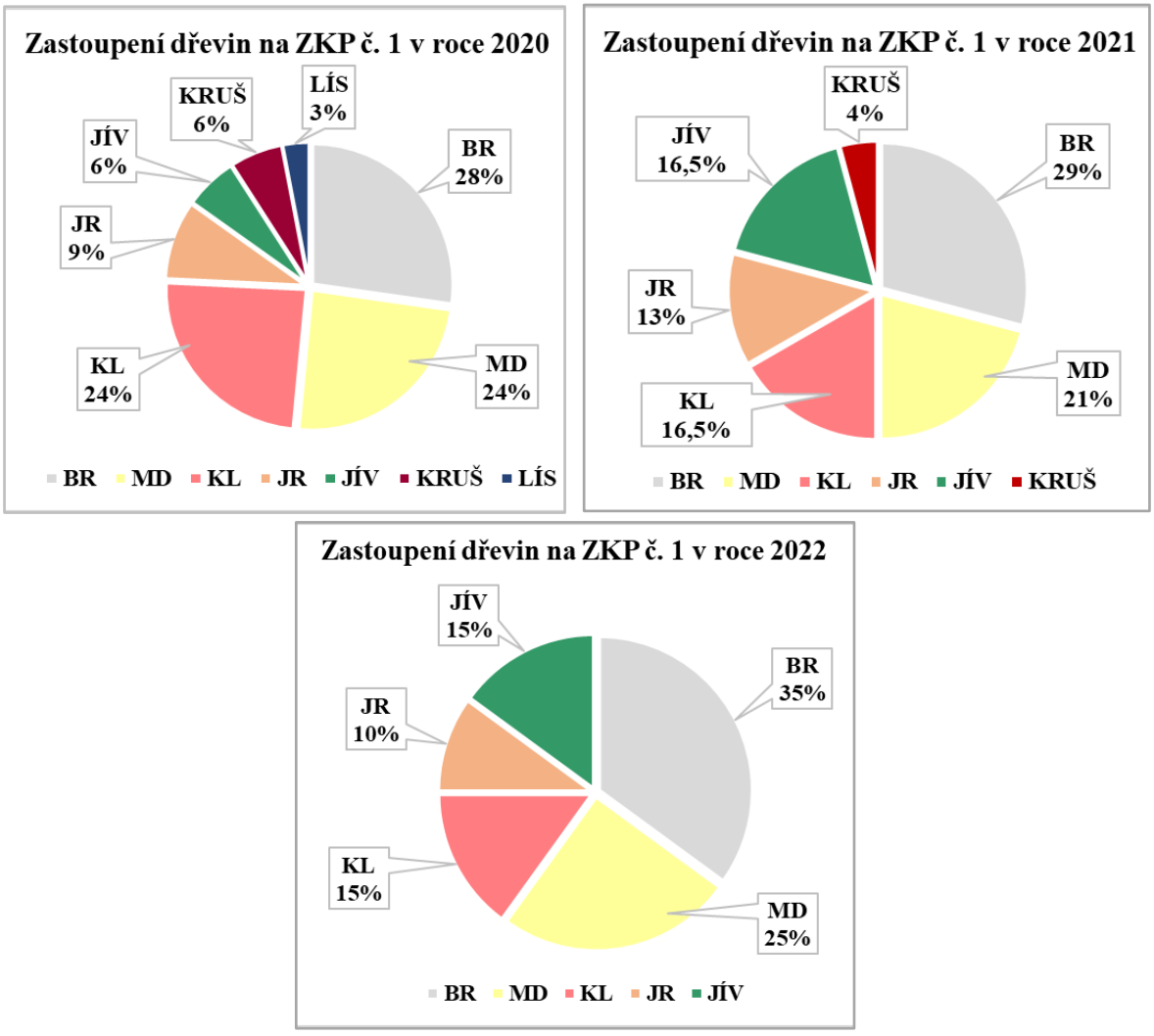
Druh dřeviny	Počet jedinců (ks) 2020	Přepočet na 1 ha 2020	Počet jedinců (ks) 2021	Přepočet na 1 ha 2021	Počet jedinců (ks) 2022	Přepočet na 1 ha 2022
BR	9	900	7	700	7	700
MD	8	800	5	500	5	500
KL	8	800	4	400	3	300
JR	3	300	3	300	2	200
JÍV	2	200	4	400	3	300
KRUŠ	2	200	1	100	0	0
LÍS	1	100	0	0	0	0
Celkem	**33**	**3 300**	**24**	**2 400**	**20**	**2 000**

Ze všech sledovaných let výzkumu zde měla dominantní zastoupení bříza bělokorá, která je charakteristická svou pionýrskou strategií růstu. Poměrně vysoké zastoupení zde měl po celou dobu monitoringu modřín opadavý i javor klen.

Počet jedinců se na ZKP č. 1 snížil o 39,4 % od doby založení výzkumu, a to především kvůli konkurenci bařeně, která byla velmi agresivní a znemožňovala tak uchycení i následné odrůstání přirozeně se zmlazujících dřevin. Proto jedinci zaostávající v růstu uhynuli a mortalita dosáhla vysoké úrovně. V podmínkách HS 45 je bařeň často limitujícím prvkem.

Škody zvěří na této neoplocené ZKP byly monitorovány, a to u jeřábů a vrb. Oba tyto druhy dřevin byly poškozovány okusem.

Změny v zastoupení dřevin na ZKP č. 1 v průběhu jednotlivých let výzkumu znázorňuje následující obrázek č. 50 s grafy, ze kterých vyplývá, že na této ZKP se nejvíce zmlazovaly světlomilné druhy dřevin s dominantním zastoupením břízy bělokoré, jejíž procentuální zastoupení se pozvolna snižovalo. Na konci výzkumu dosáhlo její zastoupení 35 %. Druhou nejúspěšněji se zmlazující dřevinou byl modřín opadavý, který zaujímal 25 %.



Obr. č. 50: Procentuální zastoupení dřevin na ZKP č. 1 v HS 45 během jednotlivých let výzkumu

Oplocená ZKP č. 2

Na druhé oplocené zkusné ploše č. 2, která byla opět vydrcena se nejúspěšněji zmlazoval modřín opadavý (*Larix decidua*), následovaný javorem klenem (*Acer pseudoplatanus*) a poté břízou bělokorou (*Betula pendula*). Kromě těchto druhů dřevin se zde vyskytovaly i vrby, třešně, buky, z keřů pak krušiny a lísky. Dohromady bylo v prvním roce evidováno 44 jedinců, což představuje 4 400 ks/ha. Během druhého vegetačního období bylo evidováno 33 jedinců, v přepočtu 3 300 ks/ha. Dominantní zastoupení zaujímal i v druhém roce výzkumu modřín, avšak na druhém místě byl javor klen nahrazen břízou bělokorou. Konkrétní počty jedinců uvádí následující tabulka č. 19.

Tabulka č. 19: Přirozená obnova na oplocené ZKP č. 2 v HS 45 během doby výzkumu 2020–2022

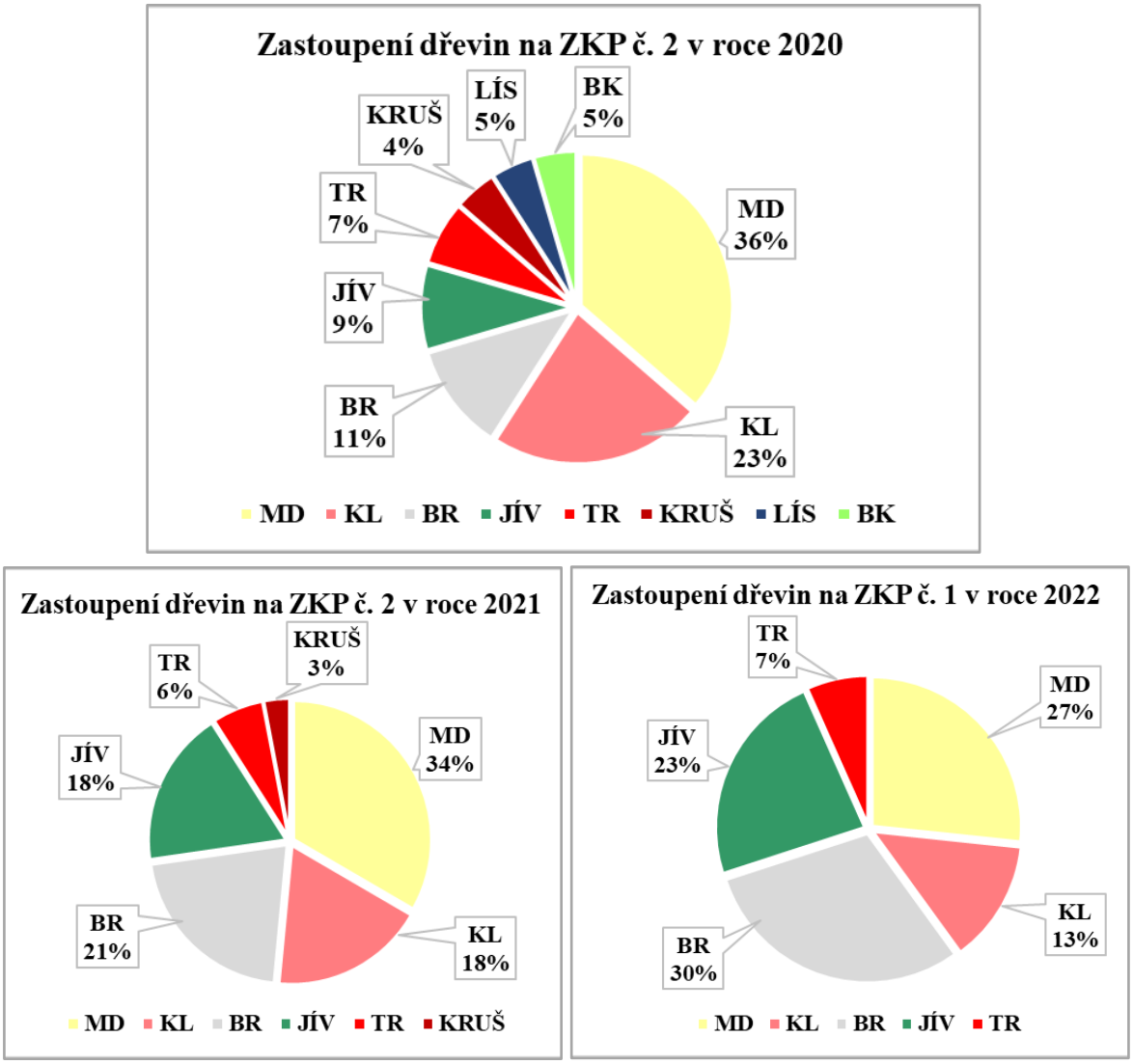
Druh dřeviny	Počet jedinců (ks) 2020	Přepočet na 1 ha 2020	Počet jedinců (ks) 2021	Přepočet na 1 ha 2021	Počet jedinců (ks) 2022	Přepočet na 1 ha 2022
MD	16	1 600	11	1 100	8	800
KL	10	1 000	6	600	4	400
BR	5	500	7	700	9	900
JÍV	4	400	6	600	7	700
TR	3	300	2	200	2	200
KRUŠ	2	200	1	100	0	0
LÍS	2	200	0	0	0	0
BK	2	200	0	0	0	0
Celkem	**44**	**4 400**	**33**	**3 300**	**30**	**3 000**

Na konci roku 2022 bylo celkem napočítáno 30 jedinců, v přepočtu 3 000 ks/ha, což představuje pokles o 31,8 % oproti prvnímu roku výzkumu. Z tabulky vyplývá, že během vegetačních období se postupně zvyšovalo zastoupení pionýrských druhů dřevin, jako je bříza bělokorá, vrba jíva a postupně se snižovalo zastoupení dříve převládajících modřínů opadavých a javorů klenu. Nejvyššího zastoupení na konci posledního vegetačního období pak dosahuje bříza bělokorá (30 %), jejíž zastoupení se zvýšilo téměř dvojnásobně oproti prvnímu vegetačnímu období. Druhé nejvyšší zastoupení měl modřín opadavý, který byl zastoupen 26,7 %. V porovnání s břízou bělokorou se jeho zastoupení naopak snížilo

dvojnásobně od prvního vegetačního období. Také vrba jíva dokázala zvyšovat svou početnost v průběhu vegetačních období, až na 25 %.

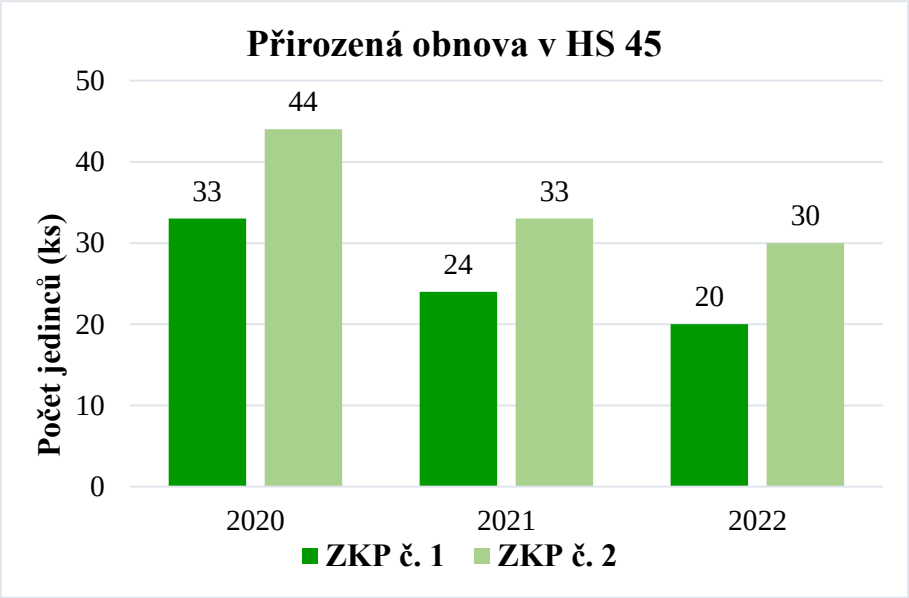
Opět je zde evidentní vliv buřeně, která omezuje odrůstání dřevin, zapříčiňuje mortalitu dřevin, a to i úhyn cílových druhů, které rostou pomaleji a nedokážou odrůstat tlaku buřeně.

Procentuální změny v zastoupení dřevin na oplocené ZKP č. 2 v rámci jednotlivých vegetačních období znázorňuje níže následující obrázek č. 51 s grafy, ze kterých je patrné procentuálně vysoké zastoupení pionýrských druhů dřevin.



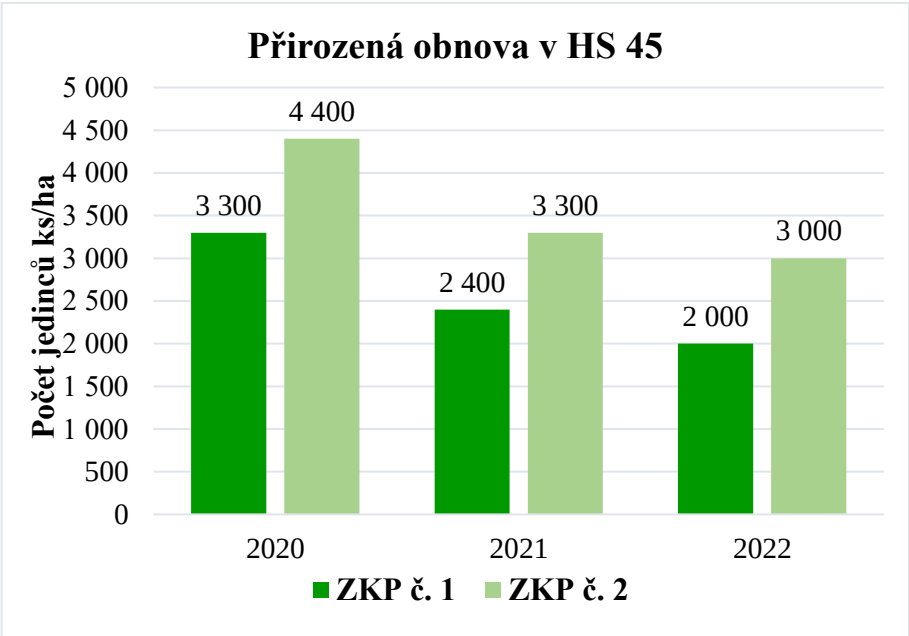
Obr. č. 51: Procentuální zastoupení dřevin na ZKP č. 2 v HS 45 během jednotlivých let výzkumu

Z grafu na obrázku č. 52 vyplývá, že nejzdárněji probíhala sukcese v HS 45 na oplocených zkusných plochách během celé doby výzkumu s významným rozdílem oproti neoploceným zkusným plochám. V obou případech zkusných ploch má množství zmlazených jedinců klesající trend během celého sledovaného období výzkumu.



Obr. č. 52: Graf porovnání přirozené obnovy mezi ZKP č. 1 a ZKP č. 2 v HS 45 během roku 2020–2022

Přepočet kusů přirozeně zmlazených jedinců na jeden hektar znázorňuje následují obrázek č. 53. V závěrečném roce výzkumu bylo evidováno na ZKP č. 1 v přepočtu 2 000 ks/ha a na ZKP č. 2 celkem 3 000 ks/ha.



Obr. č. 53: Graf porovnání přirozené obnovy mezi ZKP č. 1 a ZKP č. 2 v HS 45 v přepočtu na hektar

5.9.2. Přirozená obnova na HS 55

Neoplocená ZKP č. 1

Po prvním monitorování vegetačního období bylo na ZKP č. 1 v podmínkách HS 55 zaznamenán výskyt 6 druhů dřevin, celkem 30 přirozeně zmlazených jedinců, což v přepočtu představuje 3 300 ks/ha. V druhém vegetačním období klesl počet náletových dřevin na 25 jedinců, což činilo 2 500 ks/ha, viz tabulka č. 20.

Tabulka č. 20: Přirozená obnova na neoplocené ZKP č. 1 v HS 55 během doby výzkumu 2020–2022

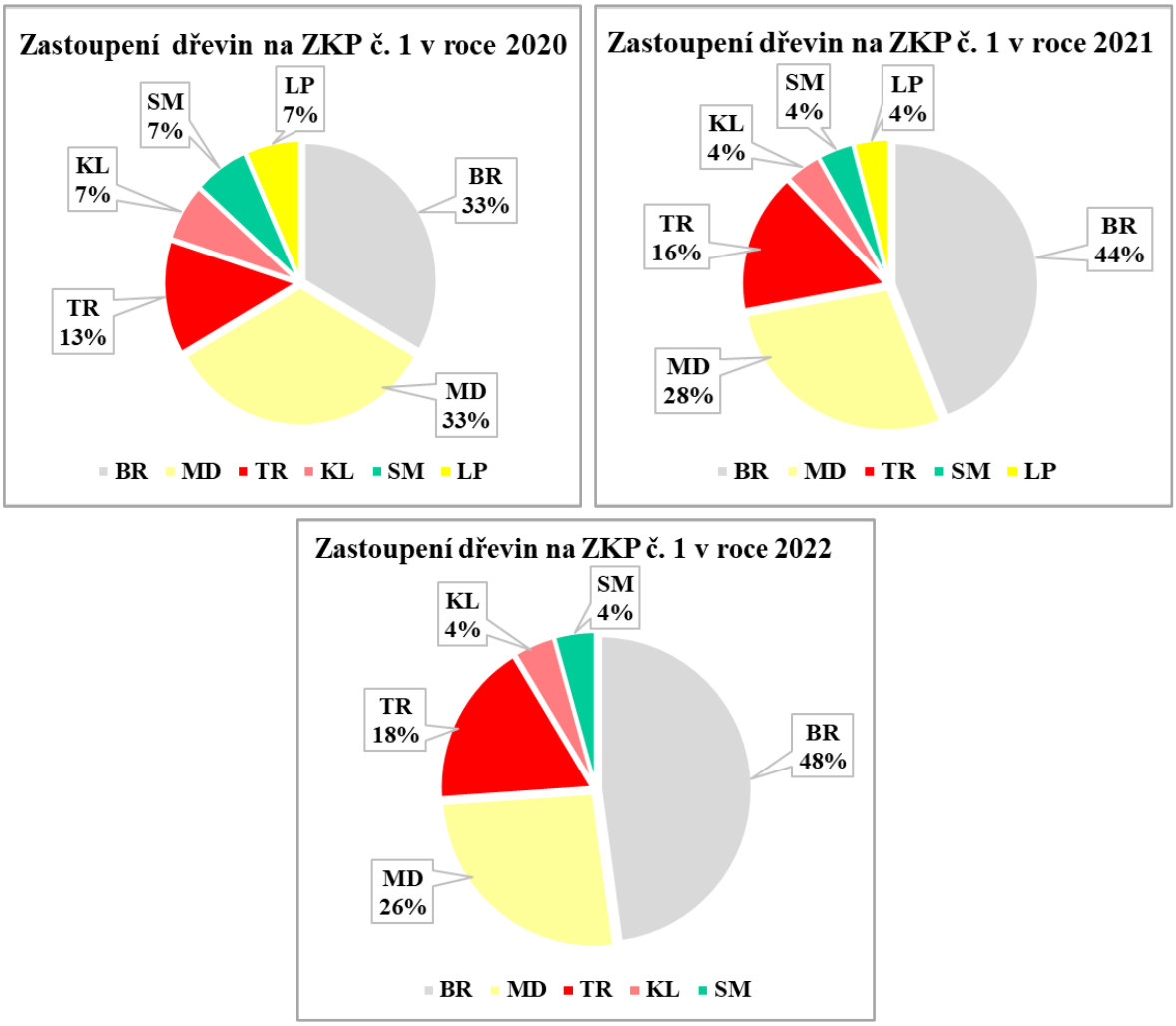
Druh dřeviny	Počet jedinců (ks) 2020	Přepočet na 1 ha 2020	Počet jedinců (ks) 2021	Přepočet na 1 ha 2021	Počet jedinců (ks) 2022	Přepočet na 1 ha 2022
MD	10	1000	7	700	6	600
BR	10	1000	11	1 100	11	1 100
TR	4	400	4	400	4	400
KL	2	200	1	100	1	100
SM	2	200	1	100	1	100
LP	2	200	1	100	0	0
Celkem	**30**	**3 000**	**25**	**2 500**	**23**	**2 300**

Tato ZKP č. 1 situována v porostní skupině 303F1b byla před zahájením výzkumu mechanicky upravena drtiči, takže se na ZKP nevyskytovalo žádné přirozené zmlazení.
Během prvního roku výzkumu bylo zaznamenáno stejné množství zmlazených jedinců u dvou druhů dřevin, a to u modřínu opadavého a břízy bělokoré. Na ploše byl zaznamenán i výskyt cílového druhu dřeviny – smrku ztepilého. Dále se zde vyskytovaly třesně, javory a lípy.
Početnost druhů dřevin zmlazujících se na ZKP č.1 v podmínkách HS 55 postupně klesala každý rok výzkumu, celkem téměř o 23,3 %. Na konci roku 2022 bylo napočítáno 23 jedinců, v přepočtu 2 300 ks/ha.

Množství jedinců v posledním vegetačním období bylo obdobné jako v druhém vegetačním období v roce 2021. V obou případech zaujímala procentuálně nejvyšší zastoupení opět bříza bělokorá, která v roce 2022 dosáhla 47,8 % zastoupení.

Škody zvěří na této neoplocené ZKP byly monitorovány jen minimálně, většinou bez ohrožení na životaschopnosti jedinců. U modřínů opadavých bylo zaznamenáno poškození způsobené vytloukáním paroží.

Průběžné změny v procentuálním zastoupení dřevin, v rámci jednotlivých vegetačních období na neoplocené ZKP č. 2, znázorňují níže vyobrazené výsečové grafy na obrázku č. 54.



Obr. č. 54: Procentuální zastoupení dřevin na ZKP č. 1 v HS 55 během jednotlivých let výzkumu

Oplocená ZKP č. 2

Nejúspěšněji se na oplocené ZKP č. 2 v přírodních podmínkách HS 55 obnovoval javor klen a modřín opadavý. Kromě těchto dřevin se zde přirozeně obnovovaly i klimaxové dřeviny jako buk lesní a smrk ztepilý. Také bylo evidováno zmlazení třešně ptačí a lípy malolisté. Zastoupení břízy bělokoré oproti jiným zkusným plochám je zde na nižší úrovni. Celkem zde bylo v roce 2020 zaznamenáno 41 jedinců, což je v přepočtu 4 100 ks/ha, o rok později klesl počet dřevin na 35 ks, v přepočtu 3 500 ks/ha. Vývoj početnosti jednotlivých druhů přirozeně zmlazených dřevin v rámci celé doby výzkumu znázorňuje tabulka č. 21.

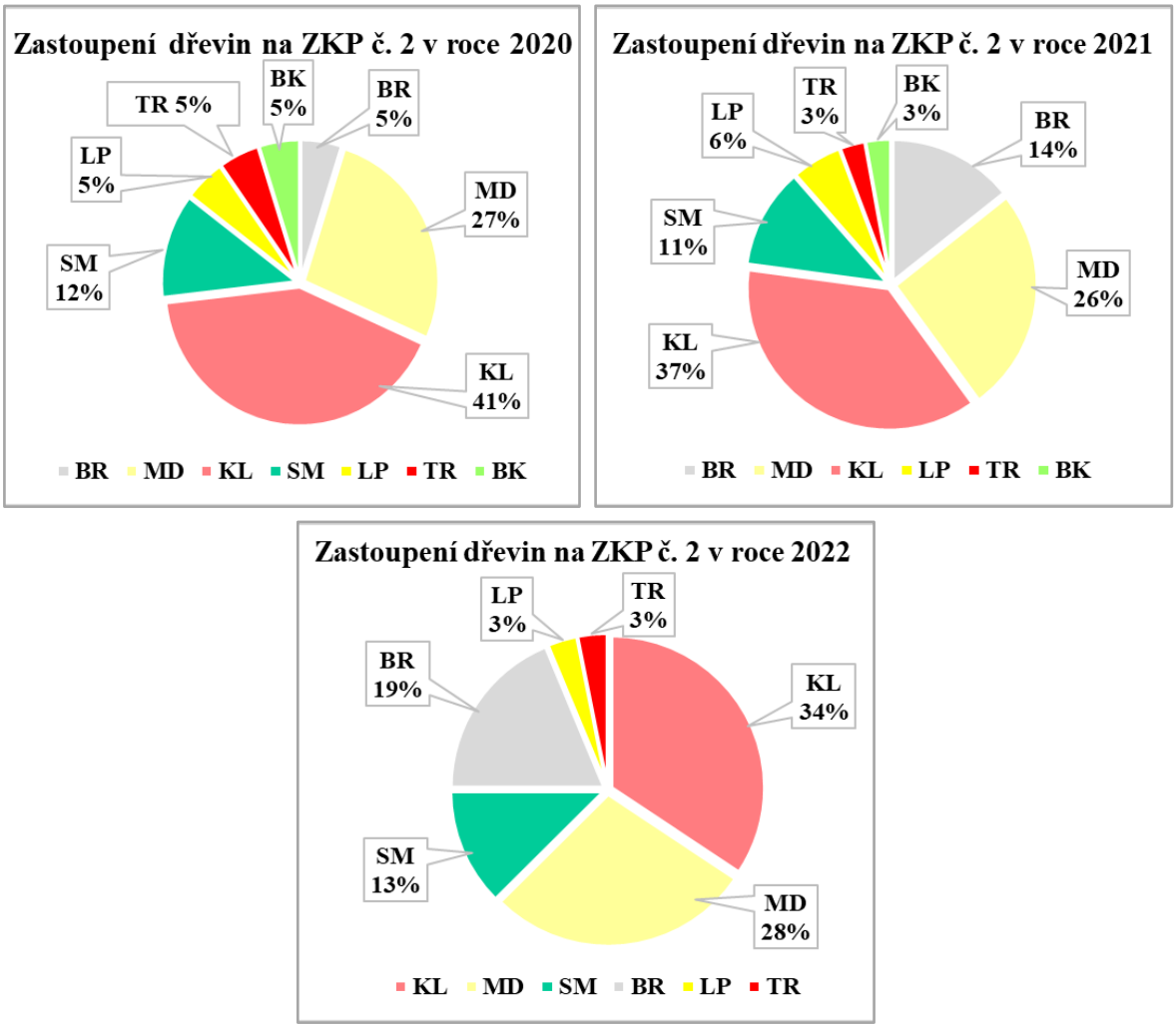
Tabulka č. 21: Přirozená obnova na oplocené ZKP č. 2 v HS 55 během doby výzkumu 2020–2022

Druh dřeviny	Počet jedinců (ks) 2020	Přepočet na 1 ha 2020	Počet jedinců (ks) 2021	Přepočet na 1 ha 2021	Počet jedinců (ks) 2022	Přepočet na 1 ha 2022
KL	17	1 700	13	1 300	11	1 100
MD	11	1 100	9	900	9	900
SM	5	500	4	400	4	400
BR	2	200	5	500	6	600
LP	2	200	2	200	1	100
BK	2	200	1	100	0	0
TR	2	200	1	100	1	100
Celkem	**41**	**4 100**	**35**	**3 500**	**32**	**3 200**

Za poslední vegetační období bylo dohromady evidováno 32 jedinců, což činí 3 200 ks/ha. I poslední rok výzkumu si udržely dominantní postavení javory kleny a modříny opadavé. U břízy bělokoré byl každý rok zaznamenán mírný nárůst početnosti, oproti prvnímu roku zvýšila své zastoupení trojnásobně.

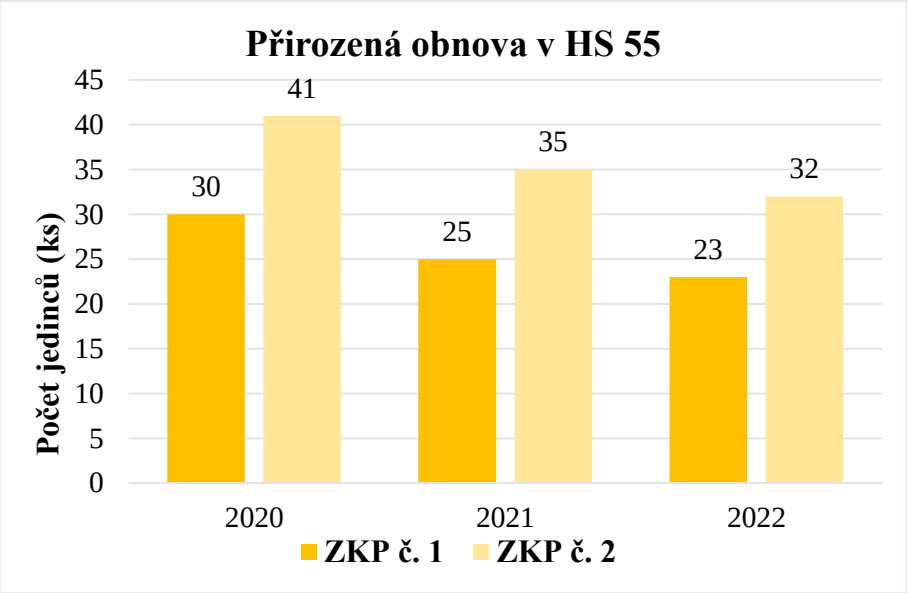
Z klimaxových dřevin zůstaly životaschopné 4 smrky ztepilé. Také třešeň ptačí si uschovala své zastoupení, pouze buk lesní, který se na ploše vyskytoval podlehl útlaku buřeně a postupně uhynuli všichni jedinci. Procentuálně kleslo množství přirozeně se zmlazujících dřevin o 22 % od počátku výzkumu.

Změny v zastoupení druhů dřevin během celé délky výzkumu dále znázorňují grafy na obrázku č. 55. Z grafu je jednoznačné postupné snižování zastoupení javorů klenu a nárůst pozvolné sukcese břízy bělokoré.



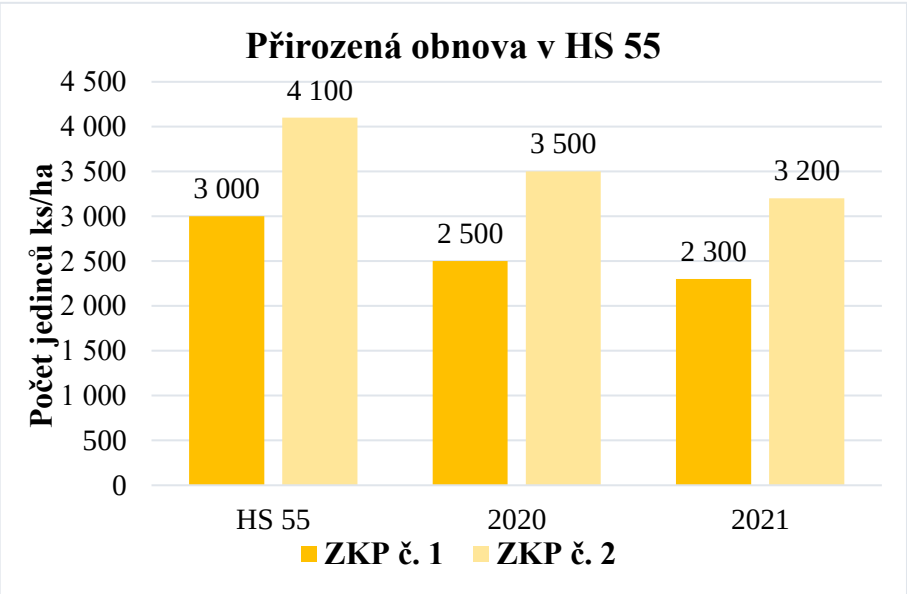
Obr. č. 55: Procentuální zastoupení dřevin na ZKP č. 2 v HS 55 během jednotlivých let výzkumu

Obrázek č. 56 znázorňuje přirozenou obnovu na HS 55 během všech vegetačních období. Na neoplocených zkusných plochách bylo každý rok zaznamenáno mnohem méně zmlazených dřevin než v případě zmlazení na oplocených zkusných plochách. Od zahájení výzkumu má četnost přirozeně obnovených jedinců klesající trend.



Obr. č. 56: Graf porovnání přirozené obnovy mezi ZKP č. 1 a ZKP č. 2 v HS 55 během roku 2020–2022

Přirozenou obnovu v podmínkách HS 55 v přepočtu na hektar znázorňuje obrázek č. 57. Na neoplocených zkusných plochách se snížil počet jedinců v přepočtu z 3 000 ks/ha na 2 300 ks/ha a v případě oplocených zkusných ploch z 4 100 ks/ha na 3 200 ks/ha.



Obr. č. 57: Graf porovnání přirozené obnovy mezi ZKP č. 1 a ZKP č. 2 v HS 55 v přepočtu na hektar

5.9.3. Přirozená obnova na HS 57

Neoplocená ZKP č. 1

Na této zkusné ploše se během prvního vegetačního období přirozeně zmladilo 8 druhů dřevin v celkovém počtu 37 jedinců, v přepočtu 3 700 ks/ha, což je nejvíce evidovaných druhů i jedinců zmlazených v rámci všech sledovaných oplocených ZKP. Během druhého roku se množství vyskytujících se dřevin snížilo na 34 jedinců, což činí 3 400 ks/ha. Dominantní zastoupení v obou letech měly dřeviny s pionýrskou strategií růstu viz následující tabulka č. 22. Mezi nejčetněji zastoupené na této ZKP se řadí bříza bělokorá, vrba jíva, olše lepkavá a topol osika. Bylo zaznamenáno zmlazení i cílových druhů dřevin, jako smrku ztepilého a borovice lesní.

Tabulka č. 22: Přirozená obnova na neoplocené ZKP č. 1 v HS 57 během doby výzkumu 2020–2022

Druh dřeviny	Počet jedinců (ks) 2020	Přepočet na 1 ha 2020	Počet jedinců (ks) 2021	Přepočet na 1 ha 2021	Počet jedinců (ks) 2022	Přepočet na 1 ha 2022
BR	10	1 000	10	1 000	10	1 000
JÍV	6	600	8	800	7	700
SM	5	500	2	200	2	200
KRUŠ	4	400	1	100	1	100
OL	4	400	5	500	5	500
OS	3	300	5	500	5	500
BO	3	300	1	100	1	100
JR	2	200	2	200	0	0
Celkem	**37**	**3 700**	**34**	**3 400**	**31**	**3 100**

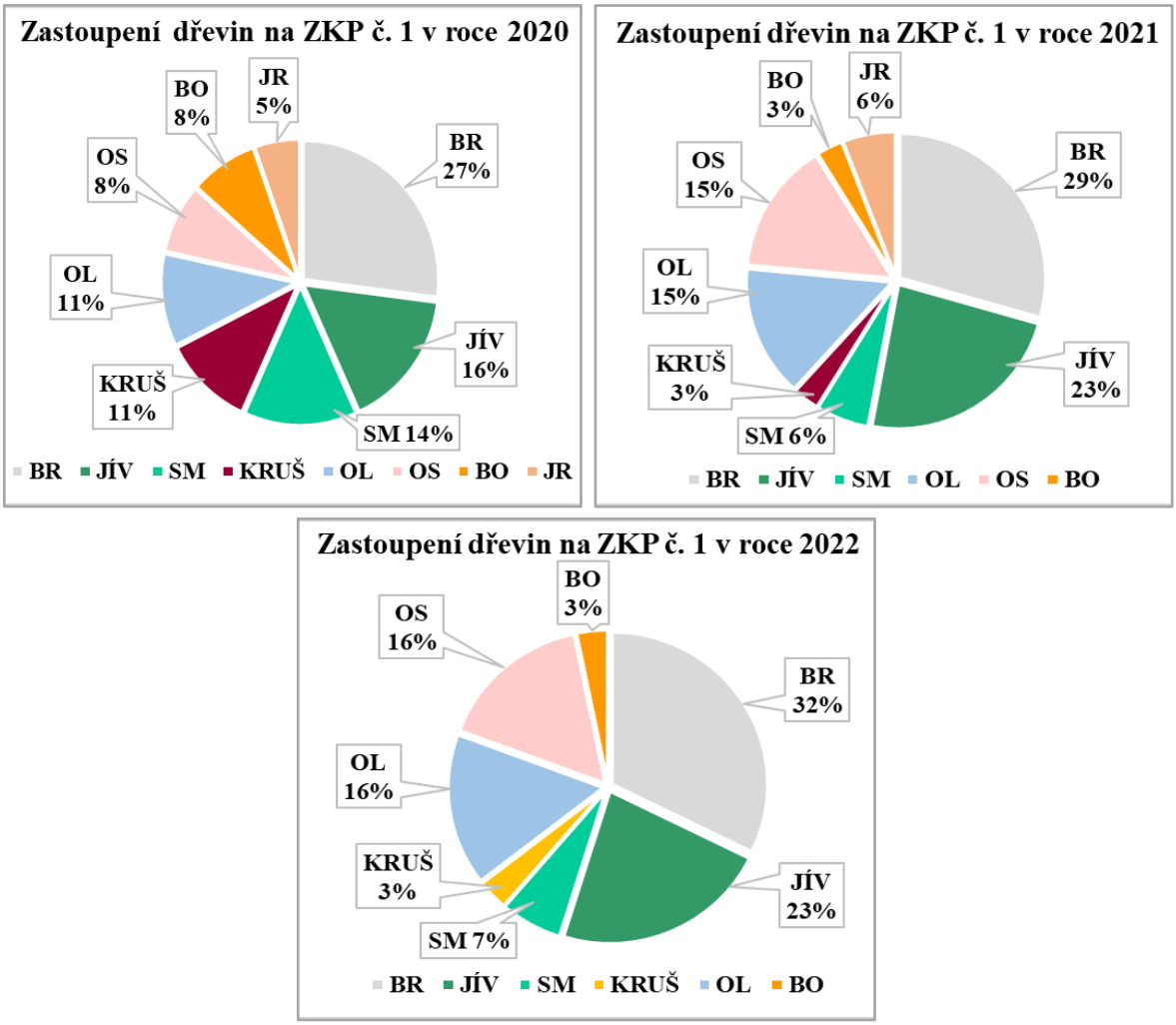
Škody zvěří byly zaznamenány u druhů dřevin, které jsou pro zvěř atraktivní a vyhledávanými okusovými dřevinami. Nejvíce poškozované druhy dřevin okusem byly monitorovány jeřáby ptačí, vrby jívy a borovice lesní.

Během posledního vegetačního období bylo evidováno pár uhynulých jedinců, zejména těch, u kterých bylo monitorováno poškození od zvěře. Dominantní zůstávají i v posledním roce pionýrské dřeviny, zejména bříza bělokorá a vrba jíva.

Celkový počet klesl z 37 jedinců evidovaných v roce 2020 na 31 jedinců v roce 2022, což představuje pokles o 16,2 %. Tato míra mortality je ze všech sledovaných neoplocených ZKP nejnižší.

Je důležité zmínit, že na ZKP č. 1 byl před zahájením výzkumu pouze shrnut klest. Tudíž se na ploše již přirozené zmlazení nacházelo.

Procentuální změny v zastoupení jednotlivých druhů dřevin na ZKP č. 1 v podmínkách oglejených a živných stanovišť HS 57 vyobrazují následující grafy na obrázku č. 58.



Obr. č. 58: Procentuální zastoupení dřevin na ZKP č. 1 v HS 57 během jednotlivých let výzkumu

Oplocená ZKP č. 2

Na oplocené zkusné ploše č. 2, založené na HS 57 se přirozeně obnovilo nejvíc druhů dřevin ze všech sledovaných oplocených zkusných ploch. Počet evidovaných jedinců dosáhl v prvním roce nejvyššího počtu v rámci všech založených a monitorovaných ZKP. Konkrétně byl v prvním vegetačním období zachycen výskyt 54 jedinců, což je 5 400 ks/ha. Přehled druhů a počtu jedinců v rámci celého výzkumu uvádí tabulka č. 23.

Tabulka č. 23: Přirozená obnova na oplocené ZKP č. 2 v HS 57 během doby výzkumu 2020–2022

Druh dřeviny	Počet jedinců (ks) 2020	Přepočet na 1 ha 2020	Počet jedinců (ks) 2021	Přepočet na 1 ha 2021	Počet jedinců (ks) 2022	Přepočet na 1 ha 2022
SM	15	1 500	12	1 200	10	1 000
JÍV	12	1 200	12	1 200	14	1 400
BR	9	900	10	1000	10	1 000
JR	5	500	7	700	7	700
BO	4	400	3	300	3	300
KRUŠ	3	300	2	200	0	0
OS	3	300	5	500	5	500
DB	3	300	0	0	0	0
Celkem	**54**	**5 400**	**51**	**5 100**	**49**	**4 900**

V podmínkách HS 57 se hojně zmlazovaly cílové hospodářské dřeviny, zejména smrk ztepilý, který měl v prvním roce nejvyšší zastoupení. Bylo evidováno celkem 15 jedinců. Dále se také zmlazovaly cílové dřeviny jako dub letní a borovice lesní. Poměrně vysoké zastoupení z pionýrských dřevin zde měly vrby jívy a břízy bělokoré.

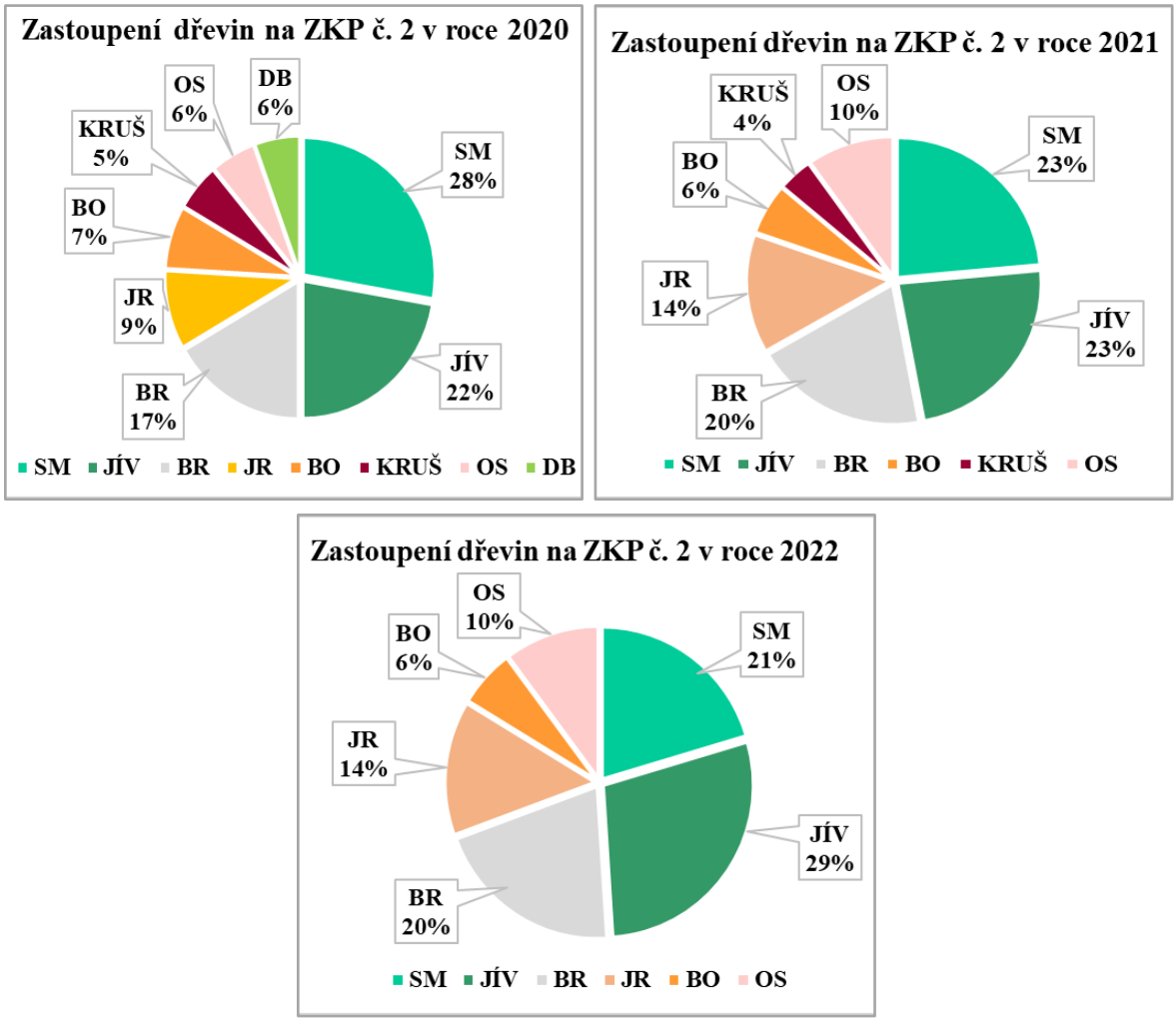
Během druhého vegetačního období uhynuly všechny duby letní a snížil se počet jedinců smrku ztepilého. Na druhou stranu byl evidován vyšší počet jedinců u jeřábu ptačího, břízy bělokoré a topolu osiky. Celkem zde bylo za období roku 2021 evidováno 51 jedinců, v přepočtu 5 100 ks/ha.

V posledním roce byla evidována mortalita pouze 2 jedinců. Celkem přeživších zůstalo 49 jedinců, v přepočtu 4 9000 ks/ha, což představuje nejnižší míru mortality, pouze 9,3 % ze všech monitorovaných zkusných ploch.

Převažující zastoupení měly na této ZKP č. 2 v posledním roce vrby jívy, smrky ztepilé a břízy bělokoré. V poměrně hojném počtu zde odrůstaly i jeřáby ptačí.

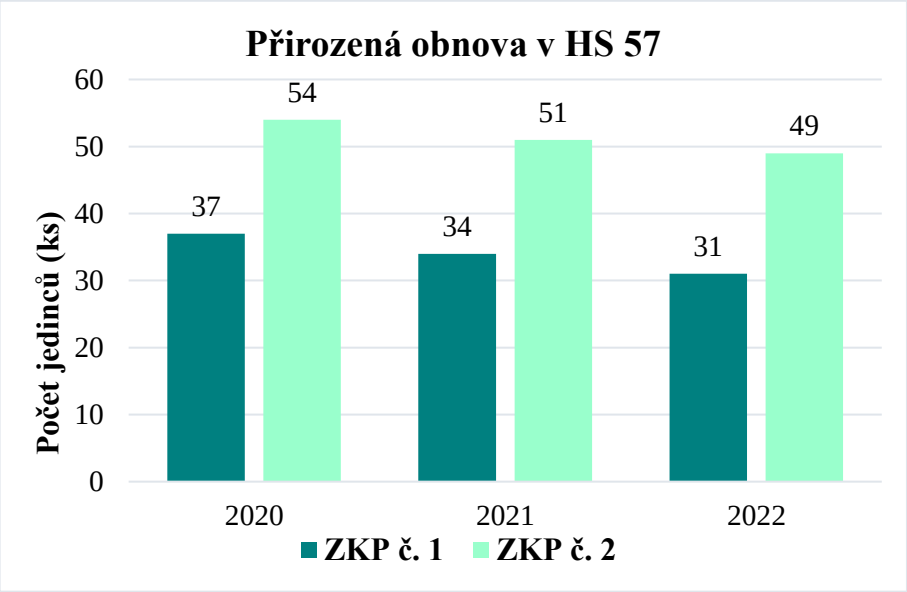
Je zapotřebí zdůraznit, že obě ZKP založené v podmínkách HS 57 byly před začátkem zahájení výzkumu pouze shrnuty shrnovačem klestu, tudíž se na ploše již nacházelo poměrně vzrostlé přirozené zmlazení, které se u předcházejících ZKP v podmínkách HS 45 a jedné ZKP v HS 55 nenacházelo, a to z důvodu způsobu přípravy ploch, kdy byly mechanicky vydrceny drtičem. Z tohoto důvodu také nebyly zaznamenávány výšky jedinců.

Následující obrázek č. 59 s výsečovými grafy znázorňuje průběžné změny v zastoupení dřevin na oplocené ZKP č. 2 v průběhu celého období výzkumu.



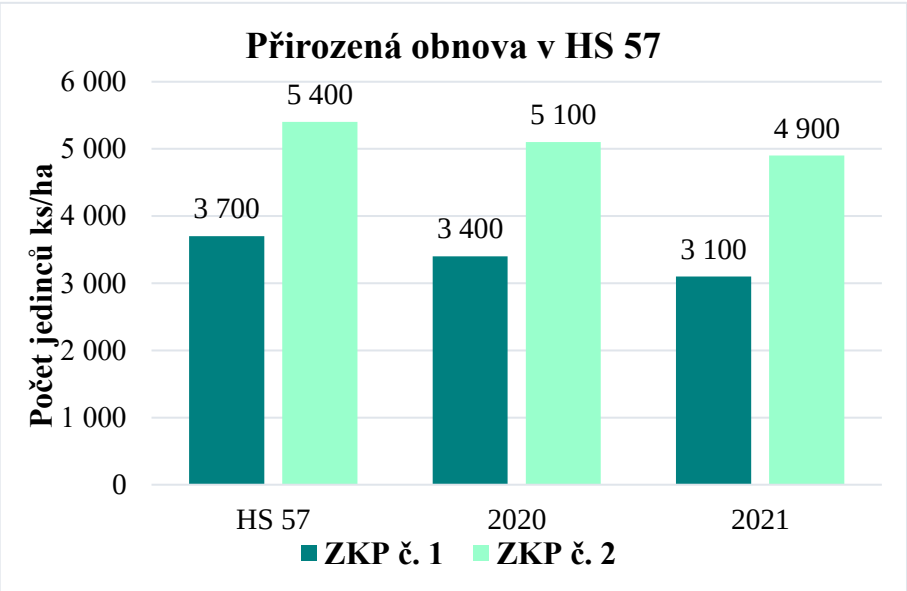
Obr. č. 59: Procentuální zastoupení dřevin na ZKP č. 2 v HS 57 během jednotlivých let výzkumu

Dle grafu na obrázku č. 60 byla nejzdárnější přirozená obnova na HS 57 v prvním roce monitorování zkusných ploch. Postupně se mortalita jedinců zvyšovala každým rok, a to zejména z důvodu útlaku buřeně a zvěře.



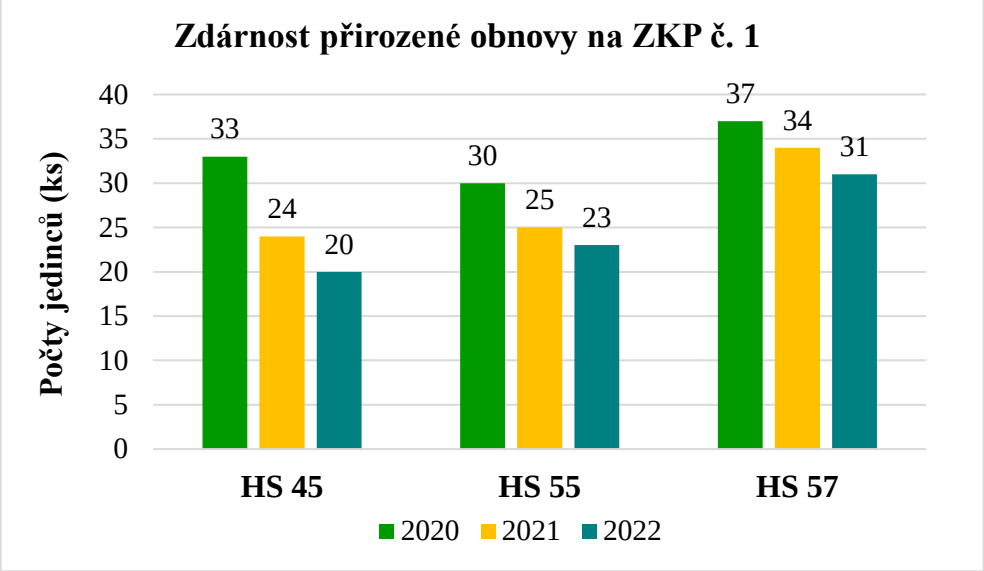
Obr. č. 60: Graf porovnání přirozené obnovy mezi ZKP č. 1 a ZKP č. 2 v HS 57 během roku 2020–2022

Následující obrázek č. 61 graficky znázorňuje přepočet jedinců přirozeně zmlazených na jeden hektar. Nejvíce jedinců, v přepočtu 5 400 ks/ha bylo zaznamenáno hned v prvním roce výzkumu na ZKP č. 2 a nejnižší množství jedinců činilo 3 100 ks/ha na ZKP č. 1, který byl evidován na konci doby výzkumu.



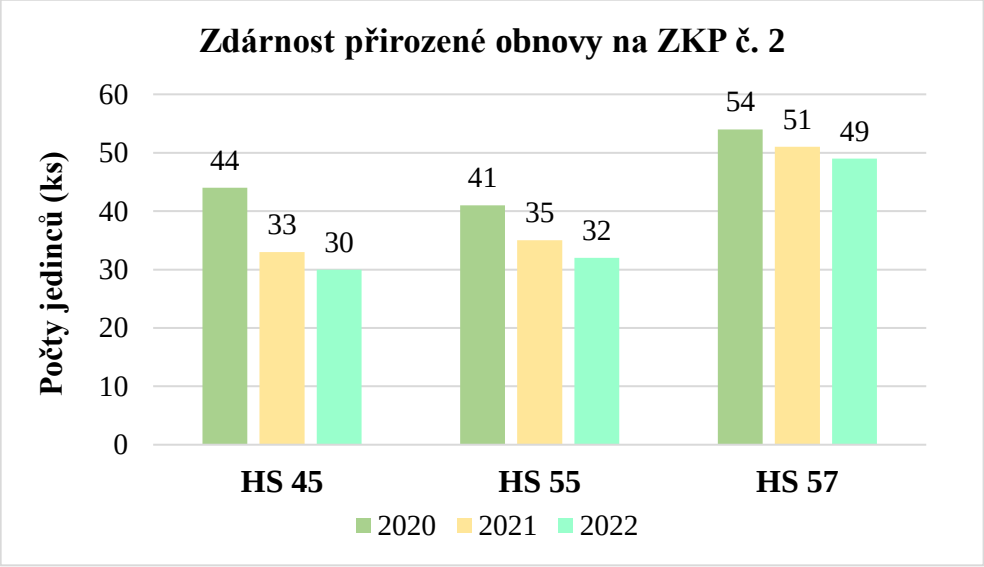
Obr. č. 61: Graf porovnání přirozené obnovy mezi ZKP č. 1 a ZKP č. 2 v HS 57 v přepočtu na hektar

Z grafu na obrázku č. 62 vyplývá, že přirozená obnova na neoplocených zkusných plochách byla v rámci všech hospodářských souborů nejúspěšnější v HS 57, a to během všech tří monitorovaných vegetačních období. Nejnižší množství přirozeně zmlazených jedinců bylo během roku 2021 a 2020 v podmínkách HS 45.



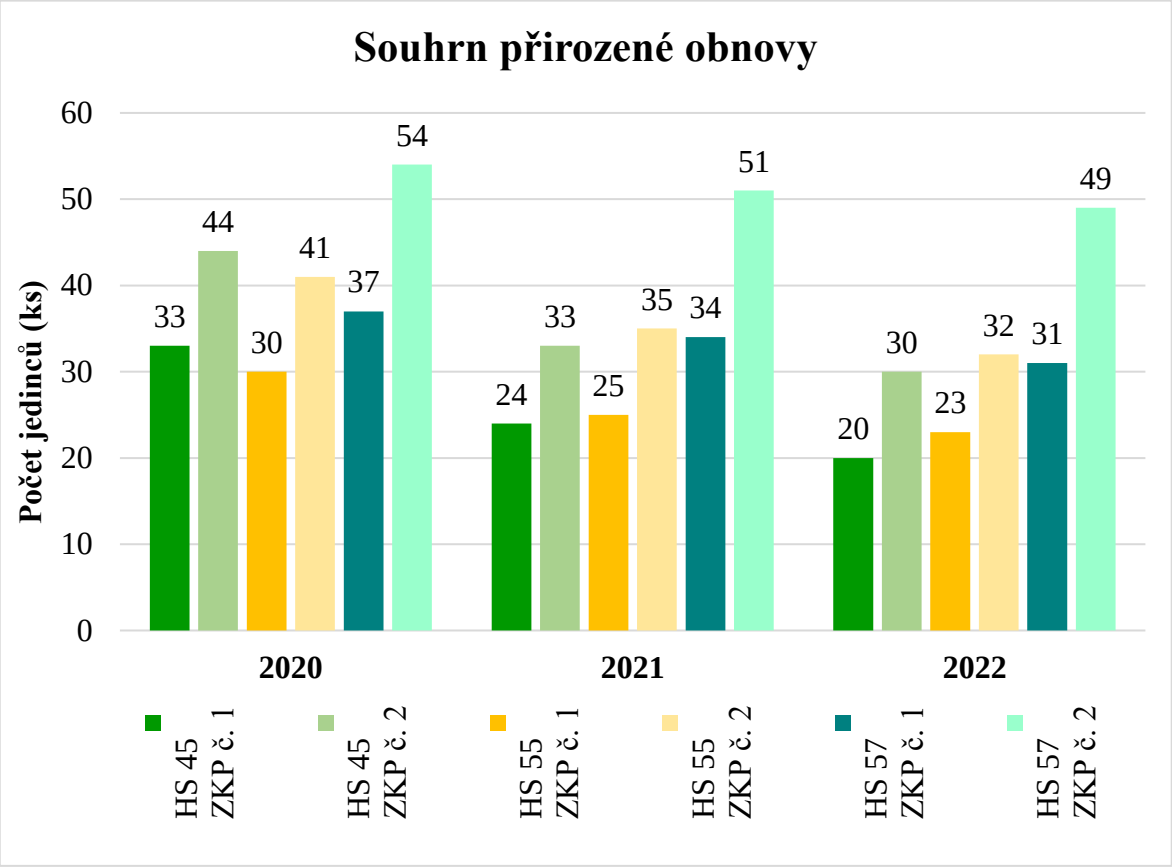
Obr. č. 62: Graf porovnání zdárnosti přirozené obnovy mezi neoplocenými zkusnými plochami č. 1 v rámci rozdílných HS

Následující obrázek č. 63 graficky znázorňuje úspěšnost přirozené obnovy na oplocených zkusných plochách. Opět byla přirozená obnova nejzdárnější v přírodních podmínkách HS 57 během celé doby výzkumu. I v případě oplocených zkusných ploch bylo opět v posledních dvou vegetačních obdobích zaznamenáno nejméně přirozeně obnovených dřevin v HS 45.



Obr. č. 63: Graf porovnání zdárnosti přirozené obnovy mezi oplocenými zkusnými plochami č. 2 v rámci rozdílných HS

Obrázek č. 64 dokládá, že v rámci srovnání jednotlivých zkusných ploch bylo v každém HS zaznamenáno vyšší množství přirozeně se zmlazujích jedinců na oplocených zkusných plochách. Obecně bylo každý rok evidováno méně jedinců, a to bez ohledu na HS i na druh zkusné plochy. Nejúspěšnější byla přirozená obnova na ZKP č. 2 v rámci HS 57, kdy bylo na konci výzkumu evidováno nejvyšší množství přirozeně zmlazených dřevin. Tato skutečnost může být zapříčiněna způsobem přípravy zkusných ploch před zahájením výzkumu, kdy byl na celé ploše pouze shrnut klest.



Obr. č. 64: Graf porovnání zdárnosti přirozené obnovy mezi neoplocenými ZKP č. 1 a oplocenými ZKP č. 2 v rámci jednotlivých HS během vegetačního období 2020–2022

6. Ekonomické zhodnocení výzkumu

6.1. Náklady na přirozenou obnovu

U ploch ponechaných téměř bez jakéhokoliv zásahu k projevení přirozené sukcese se provedla pouze primární mechanická příprava stanoviště, a to buď drtiči nebo shrnovači klestu.

Příprava zkusných ploch za pomocí drtičů stála 60 060 Kč/ha. Při využití shrnovačů klestu se vynaložené náklady snížily téměř trojnásobně, a to na částku 21 900 Kč/ha. Konkrétní finanční částky vynaložené na jednotlivé zkusné plochy v odlišných HS uvádí následující tabulka č. 24.

Tabulka č. 24: Náklady na neoplocené zkusné plochy č. 1 s přirozenou obnovou

ZKP č. 1 HS 45	Cena za MJ (Kč)	MJ	Množství	Náklady celkem	Náklady Kč/ha
Úklid klestu mechanizovaně	73	m3	3	219	21 900
Celkem (zaokrouhleno)				**219**	**21 900**

ZKP č. 1 HS 55	Cena za MJ (Kč)	MJ	Množství	Náklady celkem	Náklady Kč/ha
Drcení klestu	182	m3	3,3	601	60 060
Celkem (zaokrouhleno)				**219**	**60 060**

ZKP č. 1 HS 57	Cena za MJ (Kč)	MJ	Množství	Náklady celkem	Náklady Kč/ha
Drcení klestu	182	m3	3,3	601	60 060
Celkem (zaokrouhleno)				**219**	**60 060**

Průměrné náklady vynaložené na všechny zkusné plochy č. 1, které byly ponechány k projevení přirozené sukcese po celou dobu výzkumu, činily celkem 47 341 Kč/ha, jak uvádí tabulka č. 25.

Tabulka č. 25: Průměrné náklady vynaložené na všechny zkusné plochy č. 1 v rámci všech HS

Plochy neoplocené, bez UO, bez ožinu a bez ochrany proti zvěři

ZKP č. 1	Cena za MJ (Kč)	MJ	Množství	Náklady celkem Kč/0,03 ha	Náklady Kč/ha/1.rok	Náklady Kč/ha/2.rok	Náklady Kč/ha/3.rok	Náklady 3 veg.období Kč/ha
Drcení klestu	182	m3	6,6	1 201	40 042			
Úklid kletu mechanizovaně	73	m3	3	219	7 299			
Celkem (zaokrouhleno)				**1 420**	**47 341**	0	0	**47 341**

V případě zkusných ploch č. 2 byly vynaložené náklady zvýšeny o stavby oplocenek. Oplocení jedné zkusné plochy stálo 4 054 Kč. V následují tabulce č. 26 je za výstavbu oplocenek uvažováno s částkou 45 608 Kč/ha při průměrné délce oplocení 450 m na jeden hektar. Pokud by bylo potřeba výstavby delšího oplocení pak by se náklady zvyšovaly.

Na vydrcenou zkusnou plochu s oplocením na lokalitě HS 45 bylo vynaloženo v přepočtu 105 668 Kč/ha, což představuje mnohem vyšší náklady oproti oploceným shrnutým zkusným plochám, na které jednotlivě připadá částka 67 508 Kč/ha.

Tabulka č. 26: Náklady na oplocené zkusné plochy č. 2 s přirozenou obnovou

ZKP č. 2 HS 45	Cena za MJ (Kč)	MJ	Množství	Náklady celkem	Náklady Kč/ha
Drcení klestu	182	m3	3,3	601	60 060
Stavba oplocenky	101 352	km	0,04	4 054	45 608
Celkem (zaokrouhleno)				**4 655**	**105 668**

ZKP č. 2 HS 55	Cena za MJ (Kč)	MJ	Množství	Náklady celkem	Náklady Kč/ha
Úklid klestu mechanizovaně	73	m3	3	219	21 900
Stavba oplocenky	101 352	km	0,04	4 054	45 608
Celkem (zaokrouhleno)				**4 273**	**67 508**

ZKP č. 2 HS 57	Cena za MJ (Kč)	MJ	Množství	Náklady celkem	Náklady Kč/ha
Úklid klestu mechanizovaně	73	m3	3	219	21 900
Stavba oplocenky	101 352	km	0,04	4 054	45 608
Celkem (zaokrouhleno)				**4 273**	**67 508**

Průměrné náklady na přirozenou obnovu na oplocených zkusných plochách č. 2 během tří let výzkumu činily 80 227 Kč/ha, viz tabulka č. 27. Z této tabulky také vyplývá, že nejdražší položkou je příprava ploch drtiči před zahájením výzkumu, která vychází na 60 060 Kč/ha.

Tabulka č. 27: Průměrné náklady vynaložené na všechny zkusné plochy č. 2 v rámci všech HS

Plochy oplocené, bez UO, bez ožinu

ZKP č. 2	Cena za MJ (Kč)	MJ	Množství	Náklady celkem Kč/0,03 ha	Náklady Kč/ha/1.rok	Náklady Kč/ha/2.rok	Náklady Kč/ha/3.rok	Náklady 3 veg.období Kč/ha
Drcení klestu	182	m3	3,3	601	14 601			
Úklid kletu mechanizovaně	73	m3	6	438	20 018			
Stavba oplocenky	101352	km	0,12	12 162	45 608			
Celkem (zaokrouhleno)				**13 201**	**80 227**	0	0	**80 227**

6.2. Náklady na umělou obnovu

Tabulka č. 28 uvádí finanční náročnost jednotlivých úkonů, které byly prováděny na zkusných plochách č. 3 během všech tří vegetačních období. Výsledná cena nákladů se odvíjí od způsobu přípravy stanoviště a od počtu sazenic vysazených na jeden hektar. V případě ZKP č. 3 bylo vysazeno 273 sazenic, v přepočtu 9 100 ks/ha.

Tabulka č. 28: Vynaložené náklady na neoplocené zkusné plochy č. 3

ZKP č. 3	Cena za MJ (Kč)	MJ	Množství	Náklady celkem Kč/0,03 ha	Náklady Kč/ha/1.rok	Náklady Kč/ha/2.rok	Náklady Kč/ha/3.rok	Náklady 3 veg.období Kč/ha
Drcení klestu	182	m3	6,6	1201,2	40042			
Úklid kletu mechanizovaně	73	m3	3	219	7299			
Ruční jamková sadba + sazenice BO	16,62	ks	121	2011	67045,5			
Ruční jamková sadba + sazenice BK	20,2	ks	88	1777,6	59245,2			
Ruční štěrbinová sadba + sazenice BK	13,806	ks	64	883,6	29448,8			
Celkem (zaokrouhleno)				**6 092**	**203 080**	**0**	**0**	**203 080**

Typ zkusných ploch č. 3 bez ožinu bořeně a bez ochrany proti zvěři je nejlevnější variantou způsobu umělé obnovy, při které byly vynaloženy náklady pouze v prvním roce založení výzkumu, a to na přípravu stanoviště, pořízení sazenic a jejich výsadbu. V ostatních letech se na ZKP č. 3 nevynaložily žádné další náklady.

Na obnovu zkusných ploch č. 3 bylo celkem vynaloženo 6 092 Kč, což v přepočtu činí 203 080 Kč/ha. Tento typ managementu umělé obnovy zkusných ploch je téměř o jednu třetinu levnější než obnova na oplocených a ožínaných zkusných plochách.

V následující tabulce č. 29 jsou uvedeny ceny ke každému jednotlivému úkonu který byl v rámci zkusných ploch č. 4 realizován. Ceny za měrnou jednotku byly pro každý rok jiné.

Tabulka č. 29: Vynaložené náklady na neoplocené, ožínané zkusné plochy č.4 s ochranou proti zvěři

Plochy neoplocené, s UO, s ožinem a ochranou proti zvěři								
ZKP č. 4	**Cena za MJ (Kč)**	**MJ**	**Množství**	**Náklady celkem Kč/0,03 ha**	**Náklady Kč/ha/1.rok**	**Náklady Kč/ha/2.rok**	**Náklady Kč/ha/3.rok**	**Náklady 3 veg.období Kč/ha**
Drcení klestu	182	m3	6,6	1 201,2	40042			
Úklid kletu mechanizovaně	73	m3	3	219	7299			
Ruční jamková sadba + sazenice BO	16,62	ks	151	2 509,6	83635,7			
Ruční jamková sadba + sazenice BK	20,2	ks	98	1 979,6	65995,1			
Ruční štěrbinová sadba + sazenice BK	13,806	ks	30	414,2	13815,4			
Ožin v pruzích 1. rok	10 262	kč/ha	0,02	410,5	13683,4			
Ožin v pruzích 2. rok	10529	kč/ha	0,02			5 265		
Ožin v pruzích 3. rok	11652	kč/ha	0,02				5 826	
Ožin celoplošně 1. rok	13280	kč/ha	0,01	265,6	8852,4			
Ožin celoplošně 2. rok	13626	kč/ha	0,01			6 813		
Ožin celoplošně 3. rok	15079	kč/ha	0,01				7 540	
Letní nátěr 1. rok	1085	1000	279	302,7	10090,5			
Letní nátěr 2. rok	1110	1000	236			8 880		
Letní nátěr 3. rok	1202	1000	227				9 616	
Celkem (zaokrouhleno)				**7 302**	**243 413**	**20 958**	**22 982**	**287 352**

Při tomto managementu umělé obnovy byly plochy ožínány a vysazené sazenice natírány proti okusu zvěří po celou dobu výzkumu. Celkem bylo vysazeno 279 sazenic na všech ZKP č. 4, v přepočtu 9 300 ks/ha. Ožin buřeně byl každý rok proveden dvakrát, na některé lokalitě v pruzích a na některé lokalitě celoplošně, přičemž je celoplošné vyžínání dražší. Letním nátěrem byli každý rok ošetřeni přeživší jedinci.
Na založení zkusných ploch č. 4 bylo v prvním roce vynaloženo celkem 7 302 Kč, v přepočtu 243 413 Kč/ha. Během dalších dvou let stálo dohromady vyžínání a natírání 43 940 Kč/ha. Za celou dobu všech tří vegetačních období bylo celkem vynaloženo 287 352 Kč/ha. Tento způsob obnovy s jednotlivými úkony je druhým nejdražším v rámci porovnání uměle obnovených ploch.

Vynaložené náklady na umělou obnovu zkusných ploch č. 5, které byly pouze oploceny uvádí následující tabulka č. 30. Na tento typ zkusných ploch byly opět vynaloženy náklady pouze v prvním roce založení, stejně jako v případě zkusných ploch č. 3, jejichž obnova ale byla méně nákladná z důvodu chybějící ochrany proti zvěři v podobě oplocení.

Tabulka č. 30: Vynaložené náklady na oplocené zkusné plochy č. 5 bez ožinu buřeně

Plochy oplocené, s UO, bez ožinu

ZKP č. 5	Cena za MJ (Kč)	MJ	Množství	Náklady celkem Kč/0,03 ha	Náklady Kč/ha/1.rok	Náklady Kč/ha/2.rok	Náklady Kč/ha/3.rok	Náklady 3 veg.období Kč/ha
Drcení klestu	182	m3	3,3	600,6	14 600,7			
Úklid kletu mechanizovaně	73	m3	6	438	20 018			
Ruční jamková sadba + sazenice BO	16,62	ks	108	1795	59 806,9			
Ruční jamková sadba + sazenice BK	20,2	ks	81	1636,2	54 564			
Ruční štěrbinová sadba + sazenice BK	13,806	ks	64	883,6	29 456,8			
Stavba oplocenky	101 352	km	0,12	12162,2	45 608,4			
Celkem (zaokrouhleno)				**17516**	**224 055**	**0**	**0**	**224 055**

Na typu zkusných ploch č. 5 bylo celkem vysazeno 253 sazenic, v přepočtu 8 434 ks/ha. Ve výpočtu stavby oplocení se uvažuje s oplocením všech ZKP dohromady, tedy oplocení 0,03 ha. V nákladech na jeden hektar je uvažováno s oplocením v délce 0,45 km na hektar.

Během všech sledovaných vegetačních období dosáhly vynaložené náklady částky 224 055 Kč/ha. Výši nákladu ovlivňuje především stavba oplocení. Pokud budeme uvažovat s delším oplocením budou se náklady úměrně zvyšovat.

Finanční náročnost jednotlivých úkonů prováděných v rámci oplocených a ožínaných zkusných ploch č. 6 představuje následující tabulka č. 31. V případě opakování úkonu se uvedené ceny za měrnou jednotku zvyšují v každém roce. Zkusné plochy byly vyžínány v pruzích nebo celoplošně dvakrát během vegetačního období, a to každý rok výzkumu.

Tabulka č. 31: Vynaložené náklady na oplocené, ožínané zkusné plochy č. 6

Plochy oplocené, s UO a s ožinem								
ZKP č. 6	**Cena za MJ (Kč)**	**MJ**	**Množství**	**Náklady celkem Kč/0,03 ha**	**Náklady Kč/ha/1.rok**	**Náklady Kč/ha/2.rok**	**Náklady Kč/ha/3.rok**	**Náklady 3 veg.období Kč/ha**
Drcení klestu	182	m3	3,3	600,6	14 600,7			
Úklid kletu mechanizovaně	73	m3	6	438,0	20 018,0			
Ruční jamková sadba + sazenice BO	16,62	ks	146	2 426,5	80 839,7			
Ruční jamková sadba + sazenice BK	20,2	ks	80	1 616,0	53 866,7			
Ruční štěrbinová sadba + sazenice BK	13,806	ks	30	414,2	13 842,8			
Ožin v pruzích 1. rok	10 262	kč/ha	0,02	410,5	13 683,4			
Ožin v pruzích 2. rok	10529	kč/ha	0,02	421,2		14039,4		
Ožin v pruzích 3. rok	11652	kč/ha	0,02	466,1			15536,8	
Ožin celoplošně 1. rok	13280	kč/ha	0,01	265,6	8 852,4			
Ožin celoplošně 2. rok	13626	kč/ha	0,01	272,5		9083,1		
Ožin celoplošně 3. rok	15079	kč/ha	0,01	301,6			10051,7	
Stavba oplocenky	101 352	km	0,12	12162,2	45 608,4			
Celkem (zaokrouhleno)				**19 795**	**251 312**	**23 122**	**25 588**	**300 023**

Celkem bylo na všech zkusných plochách č. 6 vysazeno 256 sazenic, což v přepočtu činí 8 534 ks/ha. Náklady na výstavbu oplocení byly vyčísleny stejně jako v případě zkusných ploch č. 5.

Tento management umělé obnovy kombinující vyžínání buřeně a výstavbu oplocení, uplatňován na zkusných plochách č. 6, vychází finančně nejnáročněji ze všech typů obnov na zkusných plochách. Při uvažování oplocení v délce 0,45 km vychází tento management umělé obnovy na 300 023 Kč/ha.

Z ekonomického zhodnocení výzkumu vyplývá, že nejlevnější finanční alternativou umělé obnovy je management bez ožinu buřeně a bez stavby oplocení (ZKP č. 3), spočívající tedy pouze v přípravě ploch a samotném pořízení a výsadbě sazenic.

Naopak nejnákladnější je management umělé obnovy na ZKP č. 6, při kterém byly plochy zalesněny, vyžínány a chráněny proti zvěři výstavnou oplocení. Náklady na tento management umělé obnovy jsou za období všech tří vegetačních období téměř o jednu třetinu vyšší než u ploch pouze zalesněných.

V případě ploch ponechaných bez zásahu k projevení přirozené sukcese byly vynaloženy náklady na přípravu stanoviště a na oplocení, které výrazně zvyšuje náklady.

7. Diskuze

V této diplomové práci byla zkoumána, vyhodnocována a porovnávána umělá i přirozená obnova na vybraných kalamitních plochách situovaných v odlišných přírodních podmínkách vymezenými hospodářskými soubory, konkrétně se jednalo o HS 45, 55 a 57. Vyhodnocován byl zejména útlak buřeně, vliv zvěře a další faktory ovlivňující zdárnost obnovy. Předkládaná práce navazuje na bakalářskou práci s názvem „Obnova lesních porostů na kalamitních holinách v LHC Vítkov na revíru Budišov a Červený Kopec“. Výzkum probíhal po dobu tří vegetačních období.

K umělé obnově byly vybrány dva druhy dřevin, borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a buk lesní (*Fagus sylvatica*), který není zcela vhodný pro zalesňování velkoplošných holin, a to díky extrémním podmínkám zde panujících. Jak uvádí Leugner a Bartoš (2019) holiny mají většinou nepříznivé mikroklimatické i půdní podmínky, hrozí u nich velmi vysoké riziko zabuřenění, které dle Vacka et al., (2021) ovlivňuje obnovu buku na otevřených plochách a obecně omezuje odrůstání umělé obnovy a ujmutí přirozeného zmlazení, což potvrzují i výsledky výzkumu. Košulič (2008) zdůrazňuje, že není možné dosáhnout stabilních smíšených lesů jednorázovou obnovou dřevinami cílové skladby, a to především citlivou klimaxovou dřevinou, jako je buk lesní. Také Podrázský et al., (2019) upozorňuje na mnoho záporů spojených s pěstováním buku na velkoplošných holinách. Bednář et al., (2012) zmiňuje zejména vysokou míru mortality a zhoršenou jakostní kvalitu jedinců. Dále ve svých poznatcích uvádí Podrázský (2019) vysoké riziko poškození uměle obnovených buků mrazem na velkoplošných holinách. Tento typ poškození v podobě odumření a následného uschnutí terminálního výhonu se významně projevil na sazenicích buku snížením výškových přírůstů, především v prvním roce výzkumu, kdy bylo pozdním jarním mrazem poškozeno nejvíce jedinců ihned po výsadbě. Nejnáchylnější na škody mrazem byly bukové sazenice v podmínkách HS 57, kde se procentuální poškození terminálů na jednotlivých zkusných plochách v prvním roce pohybovalo v rozmezí 32–44 %, což je pravděpodobně zapříčiněno drsnými klimatickými podmínkami 5. lesního vegetačního stupně. Oproti bukům byly borovice mnohem odolnější a poškození mrazem se projevilo pouze výjimečně u pár jedinců.

Borovice lesní také není ideální variantou k obnově kalamitních ploch, ale mohlo by se s ní pracovat jako s přípravnou dřevinou díky jejím pionýrským vlastnostem, avšak Rotter (2019) upozorňuje na fakt, že borovice v pozici přípravné dřeviny prohlubuje degradaci půdy.

Sazenice borovic byly vysazeny za účelem výzkumu na HS 55 a HS 57, přičemž je obnova na živném stanovišti dle Vacka et al., (2021) poměrně komplikovaná zejména kvůli zabuřenění půdy a dle Košuliče (2010) potřebuje tato světlomilná dřevina ke své obnově podružný porost. Obecně jsou podle Součka (2006) borové monokultury založené na živných stanovištích do budoucna ohrožovány abiotickými a biotickými vlivy. Na druhou stranu mají borovice nejvyšší přírůsty na stanovištích s půdou optimálně zásobenou vodou i živinami (Špulák, Černý, 2023), což potvrzují i výsledky výzkumu, kdy borovice v HS 55 dosahovaly větších i mnohonásobně vyšších tloušťkových i výškových přírůstů a nižší míry mortality než v HS 57 v každém vegetačním období. Umělá obnova borovicemi v podmínkách HS 55 byla nejúspěšnější, zdárnost umělé obnovy se na konci výzkumu pohybovala v rozmezí 64,2 – 93 % na jednotlivých zkusných plochách a v HS 57 od 63,3 – 80 %, kde byla nejméně zdárná. Obdobný výsledek, že nejméně zdárná byla obnova v HS 57 deklaruje ve své diplomové práci i Ježo (2023).

Buky také dosahovaly nejvyšších přírůstů na živném stanovišti v HS 45 a nejnižších v HS 57. Zdárnost umělé obnovy se v případě buků na HS 45 po třech vegetačních období pohybovala od 60,2 % do 85,7 % na jednotlivých zkusných plochách, což je o trochu méně, než u buků v práci od Ježa (2023), kde činí nejvyšší ujímavost 88 % v podmínkách HS 45.

Odrůstání umělé obnovy na zkusných plochách s odlišným managementem bylo vyhodnocovány na základě měřených výšek a tlouštěk kořenových krčků a následně byl porovnáván vliv faktorů jako útlak buřeně a zvěře působících na růst jedinců v odlišných HS.

Na základě vyhodnocených dat vyplývá, že borovice obecně odrůstají lépe a rychleji než buky. V obou případech dosahovali jedinci nejvyšších přírůstů na oplocených a ožínaných zkusných plochách na živných stanovištích i oglejeném stanovišti, stejně jako dub letní v práci od Koreckého (2023). Na tomto typu ZKP měly nejnižší mortalitu (16,2 %) buky po třech vegetačních období v HS 45 a borovice (7 %) v HS 55.

Nejhůře odrůstaly oba druhy dřevin na neožínaných zkusných plochách, ať už oplocených či neoplocených, což ukazuje na skutečnost, že útlak buřeně se ukázal jako nejvýznamnější faktor ovlivňují obnovu. Extremita buřeně se dle Strategie rozvoje Lesů ČR na období od 1. 9. 2019 do 31. 12. 2024právě projevuje hlavně na živných a vodou ovlivněných stanovištích. Pro borovice i buky byla buřeň na těchto stanovištích velmi silně konkurenční a její negativní vliv se citelně projevoval ve formě nízkých přírůstů i vyšší mortalitě.

Lze tedy souhlasit se Zahradníkem et al., (2019) a Burdou et al., (2016), že buřeň se často stává limitujícím faktorem a její likvidace dává předpoklad pro zdárnější obnovu a lepší odrůstání kultur.

Při statistickém srovnávání výšek i tlouštěk kořenových krčků vycházel téměř na všech zkusných plochách statisticky významný rozdíl ($p<0,05$) mezi plochami s ožinem a bez ožinu. Na ožínaných plochách dosahovali jedinci vyšších výškových i tloušťkových přírůstů a nízké mortality. Na nevyžínaných lokalitách se celková mortalita na začátku výzkumu pohybovala v rozmezí 10 % – 20 % a na konci výzkumu okolo 40 %, což je více jak trojnásobně vyšší mortalita, než která byla zaznamenána ve výzkumu Koreckého (2023), který uvádí 13 % míru mortality jedinců na oplocených plochách bez ožinu.

Druhým monitorovaným faktorem limitujícím obnovu byla zvěř. Korecký (2023) i Ježo (2023) ve svých pracích dospěli k závěru, že zvěř negativně ovlivňuje odrůstání kultur a působí mnohem závažnější škody na umělé obnově než buřeň, což neplatí v případě výzkumu na revíru Budišov a Červený Kopec v LHC Vítkov, kde naopak buřeň představovala největší mortalitní faktor. Vliv zvěře byl posuzován v rámci všech tří HS na zkusných plochách č. 3, které byly bez oplocení, bez ožinu a jiné ochrany proti zvěři. Procentuální srovnání poškozených jedinců zvěří ukázalo, že umělá obnova byla v největší míře poškozována na oglejeném stanovišti (HS 57) a živném stanovišti (HS 45). V průměru bývalo na těchto HS poškozeno okolo 10,5 % jedinců. Jedná se o velmi malou míru poškození, v porovnání s poznatky Ježa (2023) a Koreckého (2023), kteří v některých případech uvádějí mortalitu dokonce 90 % až 100 %. I přesto lze tvrdit, že stavy zvěře jsou mírně zvýšené, což se promítlo i do statistického testování, kdy při srovnání způsobu ochrany na výšku a tloušťku kořenových krčků vyšel statisticky významný rozdíl mezi jedinci na plochách s oplocením a bez oplocení. Jedinci na neoplocených plochách byli poškozováni zejména okusem, výjimečně vytloukáním a měli nižší hlavně výškové přírůsty a hůře odrůstali než jedinci na oplocených plochách. Dle výzkumu Turka et al., (2021) jsou okusem a vytloukáním nejpoškozenějšími dřevinami hlavně cílové druhy, jako jedle, dub, buk a borovice. Z výsledku výzkumu byly více poškozovány buky než borovice, přičemž Dohnanský (2019) doporučuje oplocovat právě listnaté dřeviny v místech, kde je zvýšena koncentrace zvěře.

Rozdíly v průměrných přírůstech mezi plochami s oplocením a bez oplocení nebyly tak markantní jako v případě vlivu buřeně, byly spíše vyrovnanější. To může být například

způsobeno, že na nevyžínaných zkusných plochách vytvářela bořeň přírodní kryt před zvěří a možná i přiměřenou konkurenci. Na tyto pozitivní vlivy bořeně poukazují i lesníci, například Mauer (2009), Čermák (2011) a další.

V Generelu obnovy lesních porostů po kalamitě: Etapa II (2019) je uvedeno, že úspěšná obnova je podmíněna dosáhnutím únosných stavů spárkaté zvěře. To stejné potvrzuje i Leugner (2019), který dále tvrdí, že důležité je snížit početní stavy zvěře na únosnou úroveň, aby bylo vůbec možné zahájit umělou obnovu. Jiný přístup má Turek et al., (2022), který považuje za prioritní přirozenou obnovu a umělou obnovu doporučuje využívat jen v krajním případě, protože stabilní lesní porosty by se měly umět obnovovat samovolně, bez ochranných opatření proti škodám zvěří.

S holosečným způsobem hospodaření a čerstvými velkoplošnými, zejména jehličnatými výsadbami jsou také spjaty škody způsobené klikorohem borovým (*Hylobius abietis*), který je řazen mezi kalamitní škůdce. Knížek et al., (2021) v certifikované metodice píše, že od roku 2018 mírně vzrůstají škody způsobené tímto škůdcem, což je způsobeno právě obnovou kalamitních holin. Poškození klikorohem borovým bylo zaznamenáno jen u borovic na živném stanovišti (HS 55), které byly zalesněny na smrkové holině. U borovic na lokalitě v HS 57 nebyl výskyt tohoto škůdce evidován. Nárovcová (2010) ve svém výzkumu mortality borovic uvádí, že na 25 % ztrátách borových populací se podílel zejména tento biotický škodlivý činitel. V případě výzkumu bylo během prvního vegetačního období napadeno celkem 35,5 % jedinců a celková mortalita byla 4 %. Vliv žíru se projevil na nižším průměrném tloušťkovém přírůstu borovic v prvním roce výzkumu oproti dalším rokům, avšak borové výsadby i přes napadení tímto škůdcem dobře odrůstaly a dosahovaly nejvyšších přírůstů.

Ve výzkumu byla dále sledována a porovnávána přirozená obnova na stejných lokalitách v různých HS, stejně jako umělá obnova. Na každé lokalitě byly ponechány dvě zkusné plochy k projevení přirozené sukcese, jedna oplocená a druhá bez oplocení. U všech zkusných ploch se početnost přirozeného zmlazení každý rok snižovala, což je v protikladu s výsledky výzkumu od Koreckého (2023), který uvádí, že množství přirozeně zmrazených jedinců bylo po třech vegetačních období na všech sledovaných lokalitách téměř dvojnásobné. Nejsilnější negativní vliv na snižování početnosti zmlazení měla bořeň, která jej utlačovala. Před těmito problémy upozorňuje Palátová et al., (2011) i Leugner a Bartoš (2019). Nejzdárnější byla přirozená obnova na oglejeném stanovišti (HS 57), konkrétně na

oplocené ZKP, kdy činila četnost přirozeného zmlazení na konci výzkumu celkem 49 jedinců, v přepočtu 4 900 ks/ha. Nejnižší počty přirozeně zmlazených dřevin byly na živných stanovištích, kde bylo na oplocených ZKP napočítáno 2 000 – 2 300 ks/ha a na neoplocených ZKP 3 000 – 3 200 ks/ha. Z hektarových počtů tedy vyplývá rozdíl v početnosti přirozeného zmlazení mezi oplocenými a neoplocenými ZKP, kdy na všech lokalitách bylo vždy více jedinců na plochách chráněných oplocením, z čehož lze usuzovat, že zvěř ovlivňuje hustotu přirozeného zmlazení, jelikož je jí často vyhledáváno a spásáno (Souček, 2021). Avšak dle tvrzení Vacka et al., (2009) by se měly škody zvěří na přirozené obnově rozptýlit díky vyššímu počtu semenáčků. U některých jedinců přirozeně zmlazených bylo sledováno poškození zejména okusem, který má dle Čermáka a Mrkvy (2007) negativní dopad na vývoj přirozené i umělé obnovy. Nejpoškozovanějším druhem dřeviny byl jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) a vrba jíva (*Salix caprea*), které jsou jedny z nejčastěji vyhledávaných okusových dřevin, a to i dle poznatků od Vacka et al., (2009). Tyto dřeviny také částečně ochraňují a eliminují poškození klimaxových, cílových dřevin. Čermák (2008) ve svém výzkumu dokládá, že opakovaným okusem dochází především k opoždění nástupu přirozené sukcese a taky ke změnám v druhové skladbě náletu. Tento poznatek je stejný i u sledované přirozené obnovy, kdy se během celé doby výzkumu postupně měnila dřevinná skladba zmlazení. Nakonec na zkusných plochách převažovaly druhy dřevin s pionýrskou strategií růstu, ale zmlazovaly se i cílové druhy dřevin, kterých bylo nejvíce v prvním roce výzkumu a poté postupně hynuly. Z cílových druhů dřevin se v největší míře zmalozovaly smrky ztepilé na oglejeném stanovišti (HS 57), které si zachovaly dominantní zastoupení po celou dobu výzkumu, dále duby letní (*Quercus robur*), buky lesní (*Fagus sylvatica*), třešně ptačí (*Prunus avium*) i borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Nejčastěji zmlazující se druhy dřevin byly především ty, které se nacházely v blízkosti zkusných ploch nebo ty které byly ponechány jako výstavky. Jednalo se o břízy bělokoré (*Betula pendula*), vrby jívy (*Salix caprea*), javory kleny (*Acer pseudoplatanus*) a modříny opadavé (*Larix decidua*). Tyto druhy dřevin jsou dle Poláchа a Špuláka (2021) nejčastěji využívány jako přípravné dřeviny, které mohou usnadnit obnovu kalamitních ploch. Vedou k vzniku druhově pestřejších, potažmo stabilnějších porostů a napomáhají ke vnosu cílových druhů dřevin, hlavně stínomilných, jako je buk lesní a jedle bělokorá. Při této tzv. dvoufázové obnově lesa se tedy vnášejí cílové druhy dřevin pod ochranu přípravných porostů, a tím pádem je využit urychlenější průběh sukcesního vývoje (Polách, Špulák, 2021). Poleno et al., (2009) a Mauer (2009) také uvádějí, že přípravné dřeviny mohou být využity k biologické přípravě půdy. Mnoho lesníků se

zabývá potencionálem pionýrských a přípravných dřevin a kladou důraz na využívání vlastností těchto dřevin v co největší možné míře, zejména při obnově kalamitních ploch.

Důvodem nejúspěšnější přirozené sukcese v HS 57 je pravděpodobně způsob přípravy plochy před zahájením výzkumu, kdy bylo stanoviště pouze mechanicky shrnuto shrnovačem klestu, čímž zůstala zachována semenná banka, a i již vzrostlé přirozené zmlazení. Z monitoringu přirozené obnovy, lze tvrdit, že na vydrcených plochách došlo vydrcením k likvidaci semenné banky. Drcení klestu je dle Strategie rozvoje Lesů ČR na období od 1. 9. 2019 do 31. 12. 2024 vhodné uplatňovat na plochách, které mají sklony k rychlému zabuřenění. Novotný et al., (2011) vyzvedávají mnoho přínosů vydrcených ploch, například drtí je omezen výpar z půdy, tlumená buřeň v prvních letech, udržen koloběh živin a další. Na druhou stranu může mít drcení čerstvého klestu i negativní vliv, jelikož muže dojít k narušení organominerální vrstvy půdy a částečné toxicitě půdy, která posléze ztěžuje nástup přirozené obnovy. Po ekonomické stránce je příprava stanoviště je jednou z položek, která je finančně velmi nákladná a citelně zvyšuje vynaložené náklady na obnovu, a to především drcení klestu drtiči, které patří dle Kotasa a Vlkanova (2011) mezi energeticky i finančně nejdražší.

Z ekonomického zhodnocení výzkumu vychází jako nejnákladnější management umělé obnovy s přípravou půdy, oplocením a ožinem, který byl uplatňován na zkusných plochách č. 6, kde byla zároveň umělá obnova nejzdárnější. Náklady na výstavbu oplocení mohou být vyšší, než je uvažováno ve výzkumu, jelikož se odvíjí od tvaru oplocované plochy. Také vyžínání buřeně zvyšuje náklady a je nutné počítat s tímto výdajem každoročně do doby, než kultury odrostou negativnímu vlivu buřeně. Snížit náklady na tuto pěstební činnost je možné dle Novotného et al., (2011) zanecháním drti na vydrcených plochách v prvních letech po obnově, která omezuje prosperitu nežádoucí vegetace.

V případě přirozené obnovy byly vynaložené finančních náklady nízké v porovnání s umělou obnovou. S minimálními náklady byly neoplocené plochy k projevení sukcese, konkrétně zkusné plochy č. 1, na kterých byla provedena pouze příprava stanoviště. U druhého typu zkusných ploch byly náklady navýšeny o stavbu oplocenky. Dle tvrzení Vacka et al., (2009) sice není přirozená obnova zcela beznákladová, ale značně šetří finanční náklady při obnově a posléze také při následné výchově nově vzniklých porostů z přirozené obnovy. Je však nutné počítat s vyššími náklady na doplnění mezer při nedostatečně hustém zmlazení, a to samé platí i v případě umělé obnovy, kdy je míra mortality vysoká a je nutné přistoupit

k vylepšování. Na základě ekonomického rozboru výzkumu je jednoznačné, že úspěšnost obnovy se odvíjí od výše vynaložených nákladů, s tím že čím je obnova finančně náročnější, tím je zdárnější.

8. Závěr

Diplomová práce se věnuje stále aktuálnímu tématu obnovy kalamitních holin. V první části předkládané práce byla vypracována literární rešerše, která se zabývá klimatickou změnou, jejími dopady na lesy a lesní hospodářství a možnými adaptačními opatřeními, dále chřadnutím lesních porostů, kůrovcovou kalamitou, různými přístupy a možnostmi obnovy lesa se zaměřením na kalamitní holiny. Praktická část práce se zaobírá samotným výzkumem, k jehož realizaci byly zvoleny tři kalamitní plochy na různých hospodářských souborech, konkrétně HS 45, HS 55 a HS 57. Za účelem sledování a zhodnocení umělé obnovy, faktorů na ní působících a vyhodnocení potencionálu spontánní sukcese bylo na každé z vybraných lokalit založeno 6 zkusných ploch, každá o velikosti 0,01 ha s odlišným typem managementu obnovy, způsobu ochrany a péče. Z toho byly vždy 4 plochy zalesněny a zbývající 2 zkusné plochy byly ponechány k projevení přirozené sukcese. Celkem byl výzkum realizován na 18 zkusných plochách o celkové výměře 0,18 ha.

Předkládaná diplomová práce navazuje na výzkum v bakalářské práci s názvem „Obnova lesních porostů na kalamitních holinách v LHC Vítkov na revíru Budišov a Červený Kopec“ z roku 2021. Celkový výzkum tedy probíhal od jara roku 2020 do podzimu 2022. Veškeré poznatky a data byly získány za dobu tří vegetačních období.

Zkusné plochy předurčeny k umělé obnově byly zalesněny bukem lesním (*Fagus sylvatica*) v HS 45, borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) v HS 55 a kombinací těchto dvou druhů dřevin v podmínkách HS 57. Ani jedna z těchto obnovovaných dřevin není zcela vhodná a typická k obnově velkoplošných kalamitních holin, s čímž vyvstala otázka míry úspěšnosti umělé obnovy. U jedinců byly měřeny v jednotlivých vegetačních obdobích výšky a tloušťky kořenových krčků, evidován úhyn, útlak buřeně, poškození zvěří, u borovic i poškození klikorohem borovým (*Hylobius abietis*). Na základě získaných dat byla posléze vyhodnocována a statisticky testována míra úspěšnosti umělé obnovy, vliv buřeně a zvěře na odrůstání kultur.

Při srovnání obou druhů dřevin, dosahovaly borovice mnohem vyšších výškových i tloušťkových přírůstů než buky. Borovice nejlépe odrůstaly v podmínkách HS 55 a buky v HS 45, kde také dosahovaly nejvyšších přírůstů, zejména v posledním vegetačním období. Nejnižších přírůstů dosahovali jedinci v HS 57, kde zároveň byla nejméně zdárná umělá obnova. Ve výsledcích je porovnáván vliv buřeně a oplocení na výškové i tloušťkové přírůsty jen během posledního roku výzkumu 2022 s ohledem na množství dat.

Z výsledků vyplývá, že na oplocených a ožínaných zkusných plochách byla umělá obnova nejzdárnější a buky i borovice zde dosahovaly nejvyšších výškových i tloušťkových přírůstů ze

všech typů zkusných ploch, což dokazuje, že buřeň má významný vliv na zdárné odrůstání kultur. Borovice měly na ožínaných plochách vyšší výškové i tloušťkové přírůsty v porovnání s buky.

Nejzdárnější umělá obnova byla na oplocené zkusné ploše s ožinem i bez ožinu v podmínkách HS 55, kdy na ožínané ZKP bylo po třech letech výzkumu 93 % životaschopných jedinců a pouze 64,4 % na neožínané ZKP. Nejméně úspěšná byla obnova na oglejeném stanovišti (HS 57), kde uhynulo na ožínané ZKP přes 22 % jedinců a na nenožínané ZKP dosáhla mortalita nejvyšší míry a činila okolo 41 %. U obou typů zkusných ploch byl evidován také problém zaschlých terminálů u buků.

Fakt, že má buřeň velmi významný vliv na růst a přežití jedinců buků a borovic potvrdilo také srovnání vlivu ožinu na přírůsty jedinců rostoucích na neoplocených plochách, kdy opět měly mnohem vyšší přírůsty dřeviny rostoucí na ožínaných zkusných plochách. Borovice, jako v případě oplocených ploch, odrůstaly lépe než buky a jejich průměrné tloušťky kořenových krčků byly v podmínkách HS 55 mnohonásobně větší oproti borovicím v HS 57. Obecně byly nejvyšší přírůsty na obou typech neoplocených ZKP evidovány u borovic v HS 55 a nejnižší u buků v HS 57. Nejnižší mortalita byla zaznamenána u jedinců na ožínaných ZKP, zejména na HS 45, kde uhynulo pouze 14,3 % buků. V HS 55 a HS 57 se mortalita pohybovala okolo 20 %. Na neožínaných a neoplocených plochách byla mortalita na téměř dvojnásobné úrovni u všech HS v porovnání s ožnutými plochami.

V případě oplocení není jeho vliv zcela jednoznačný na odrůstání kultur, jako vliv buřeně. U obou typů ožínaných i neožínaných zkusných ploch byly vyšší přírůsty nadzemních částí i kořenových krčků na oplocených než na neoplocených zkusných plochách. Pouze buky měly na oplocených a ožínaných ZKP v HS 57 nižší tloušťkové přírůsty. Poškození zvěří bylo vyhodnoceno pouze v rámci neoplocených a neožínaných zkusných ploch, přičemž bylo za celou dobu výzkumu poškozeno nejvíce jedinců buků v HS 45, každoročně okolo 10 % a nejméně byly poškozovány borovice v HS 55 od 3 % do 6 %.

I když byly borovice podstatně méně poškozovány zvěří, v prvním roce výzkumu byly napadeny škůdcem klikorohem borovým, který zapříčinil jejich nízké tloušťkové přírůsty v době prvního vegetačního období. U borovic na oglejené lokalitě nebyl výskyt škůdce evidován. Napadeny byly pouze borovice rostoucí na živném stanovišti v HS 55. Nejpoškozenější byli jedinci na neoplocené a neožínané zkusné ploše, kde téměř 14 % sazenic bylo poškozeno a 4 % borovic uhynulo.

Na výškové přírůsty měl významný dopad mráz, který zapříčinil poškození terminálu v podobě jejich odumření. Problém zaschlých terminálů se objevoval hlavně u buků, a to v každém roce výzkumu na všech typech zkusných ploch v podmínkách HS 45, HS 57 a pouze ojediněle u borovic v HS 55. Největší množství jedinců buků s poškozeným terminálem bylo evidováno v prvním roce výzkumu, jako důsledek pozdního jarního mrazu. Následkem čehož nabývaly výškové přírůsty v prvním roce výzkumu i záporných hodnot, jelikož byl místo terminálu měřen nejvyšší náhradní výhon. Problém zaschlých terminálů postupně ustupoval a množství poškozených jedinců se rok od roku snižoval. Nejnáchylnější na tento typ poškození byly buky v podmínkách HS 57, což je pravděpodobně zapříčiněno nejvyšší nadmořskou výšku dané lokality a tím i nižšími teplotami oproti ostatním HS.

Z výsledků je zřejmé, že dřeviny nejlépe odrůstaly na ožínaných a oplocených zkusných plochách. Útlak buřeně se ukázal jako nejvýznamnější činitel limitující obnovu, a proto je žádoucí a nutné provádět ožin i vícekrát v průběhu vegetačního období, jelikož z výsledků jednoznačně vyplývá, že jedinci rostoucích na vyžínaných plochách dosahovali mnohem vyšších výškových i tloušťkových přírůstů, což dává předpoklad rychlejšího zajištění kultur, a i míra mortality zde byla na velmi nízké úrovni v porovnání s jedinci na neožínananých plochách.

Škody zvěří jsou tedy po nežádoucí buřeni druhým limitujícím faktorem mající vliv na odrůstání kultur a úspěšnost umělé obnovy, jak vyplývá z výsledků, kdy jedinci na oplocených plochách dosahovali vyšších výškových i tloušťkových přírůstů.

U přirozené obnovy se v nejvyšší míře ukázal potencionál především pionýrských druhů dřevin, jako jsou břízy, vrby, jeřáby, které převládaly téměř na všech zkusných plochách. V případě všech HS bylo množství přirozeně zmlazených jedinců nejvyšší v prvním roce výzkumu a poté se každý rok snižovalo, což může být způsobeno tím, že plochy byly před zahájením výzkumu mechanicky připraveny a nálet se mohl snadněji ujmout, ale v dalších letech již nedokázal odrůstat negativnímu působení buřeně. Nejúspěšnější byla spontánní sukcese na oglejeném stanovišti (HS 57) v důsledku nejnižší míry zabuřenění. Na konci výzkumu činila nejvyšší hustota zmlazení na oplocené zkusné ploše 4 900 ks/ha, kdy lze vidět pouze mírný pokles oproti hustotě 5 400 ks/ha v prvním roce výzkumu. Nejvyšší procentuální zastoupení zde měly vrby, břízy a také smrky. Méně zdárná byla přirozená obnova na živných stanovištích vlivem agresivní buřeně typickou pro tento typ stanovišť. Nejnižší hustota zmlazení, pouze 3 000 ks/ ha byla v posledním vegetačním období v podmínkách HS 45. Na druhém živném stanovišti v HS 55 byla hustota jen o něco málo vyšší 3 200 ks/ha. Největší podíl v zastoupení měly jednoznačně břízy, vrby a modříny. Tyto druhy dřevin lze využít k založení přípravných porostů, které mohou být použity při obnově velkoplošných kalamitních holin a usnadňovat tak obnovu na těchto

problematických plochách. Některé druhy dřevin přirozeně se obnovující na vybraných holinách se také řadí mezi velmi důležité a potřebné meliorační a zpevňující dřeviny, ale mohou plnit i další důležité funkce. Kromě pionýrských druhů se výjimečně na některých zkusných plochách obnovovaly i druhy dřevin, které lze považovat za cílové, například buky, javory, duby a smrky. Vliv zvěře nebyl v případě přirozené obnovy hodnocen, ale lze pozorovat nižší hustotu zmlazení i pokles druhového složení v rámci neoplocených zkusných ploch.

Po ekonomické stránce se jeví jako nejlevnější alternativa ponechat plochy zcela bez zásahu k projevení přirození sukcese, což lze aplikovat pouze v případě kdy je míra zabuřenění na nízké úrovni a tlak zvěře minimální. V případě umělé obnovy činí nejvyšší položku náklady na oplocení a přípravu ploch. Vyžínání sice navyšuje náklady, ale bez jeho provedení se úspěšnost umělé obnovy snižuje. Z výsledku ekonomického zhodnocení vyplývá, že čím nákladnější je umělá obnova, tím je úspěšnější.

9. Literatura

AMBROŽ, Robin, 2021. Kůrovcová kalamita proměňuje naše lesy [online]. In: . [cit. 2023-11-05]. Dostupné z: https://www.vulhm.cz/kurovcova-kalamita-promenuje-nase-lesy/.

Atlas podnebí Československé republiky. Praha: Ústřední správa geodesie a kartografie, 1958.

BAMWESIGYE, Dastan & FIALOVÁ, Jitka. (2023). Sustainable Development of Forest, Energy, and Climate Change Resilience Nexus. Dostupné z: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31841.28009.

BEDNÁŘ, P., VANĚK, P., KREJZA, J. Vliv velikosti holosečného obnovního prvku na vývoj bukových kultur. Zprávy lesnického výzkumu. 2012, 57 (4), s. 337-343.

Beudert, Burkhard & Bässler, Claus & Thorn, Simon & Noss, Reed & Schröder, Boris & Dieffenbach-Fries, Helga & Foullois, Nicole & Müller, Jörg. (2015). Bark Beetles Increase Biodiversity While Maintaining Drinking Water Quality. Conservation Letters. 8. 272-281. 10.1111/conl.12153.

BÍLEK, Lukáš, ZEIDLER, Aleš, PULKRAB, Karel, ULBRICHOVÁ, Iva; VACEK, Stanislav et al., Pěstební a ekonomické aspekty clonné obnovy borovice lesní: certifikovaná metodika. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2018. Lesnický průvodce. ISBN isbn978-80-7417-169-7.

BOLTE, Andreas & AMMER, Christian & LÖF, Magnus & MADSEN, Palle & NABUURS, Gert-Jan & SCHALL, Peter & SPATHELF, Peter & ROCK, Joachim. (2009). Adaptive forest management in central Europe: Climate change impacts, strategies and integrative concept. SCANDINAVIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH. 24. 473-482. 10.1080/02827580903418224.

BRANG, Peter & SPATHELF, Peter & LARSEN, Jørgen & BAUHUS, Jürgen & BONCINA, Andrej & CHAUVIN, Christophe & DRÖSSLER, Lars & GARCÍA-GÜEMES, Carlos & HEIRI, Caroline & KERR, Gary & LEXER, Manfred & MASON, Bill & MOHREN, G.M.J. & MÜHLETHALER, Urs & NOCENTINI, Susanna & SVOBODA, Miroslav. (2014). Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. Forestry. 87. 492-503. 10.1093/forestry/cpu018.

BUČEK, A.: Trend posunu vegetačních stupňů v důsledku možných globálních změn klimatu. In: Viewegh, J. (ed.): Problematika lesnické typologie III. Sb. přísp. sem., ČZÚ Praha, s. 12-16, 2001.

BUREŠOVÁ, Jarmila, 2018. Od lesnických strojů přes zemědělskou techniku až po stavební stroje. Online. Agrojournal. Available at: https://www.agrojournal.cz/clanky/od-lesnickych-stroju-pres-zemedelskou-techniku-az-po-stavebni-stroje-230.

CAHILL, Abigail, Matthew AIELLO-LAMMENS, Caitlin FISHER-REID, et al., 2013. How does climate change cause extinction? Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences [online]. 280(1750), 1-9 [cit. 2023-01-12]. ISSN 1471-2954. Dostupné z: https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspb.2012.1890.

ČERMÁK P., MRKVA R. (2007): Škody zvěří – neřešený eskalující problém. Zpravodaj ochrany lesa, 14, 2007, s. 39–45.

ČERMÁK, P., 2008. Okus potravně atraktivních dřevin ve vztahu k jejich zastoupení v obnově. Lesnická práce, 87 (11): 16-17.

ČERMÁK, Petr, 2011. Vliv ošetření proti buřeni na růst dřevin a výši poškození okusem. Lesnická práce [online]. 90(10/11) Dostupné z: https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-90-2011/lesnicka-prace-c-10-11/vliv-osetreni-proti-bureni-na-rust-drevin-a-vysi-poskozeni-okusem.

ČERNÝ, Zdeněk, Jindřich NERUDA a Theodor LOKVENC. Zalesňování nelesních půd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1995. Ekonomika (žlutá ř.). ISBN 80-7105-093-8.

DOHNANSKÝ, T. (2019): Proč a jak v lese hospodařit: správná lesnická praxe v pěstební a těžební činnosti: příručka pro vlastníky lesů do 50 ha. Pelhřimov: Sdružení vlastníků obecních a soukromých lesů v ČR, 75 s. ISBN 978-80-906022-8-1.

DUŠEK, M., 2016. Vliv klimatických změn na chřadnutí smrku v oblasti severní a střední Moravy. In Sborník přednášek Klimatická změna – možné dopady na lesní ekosystémy, Pelhřimov, Sdružení vlastníků obecních a soukromích lesů v ČR, 72 s. ISBN 978-80-906022-1-2.

Forzieri G., Girardello M., Ceccherini G. Spinoni J., Feyen L., Hartmann H., Beck P.S.A., Camps-Valls G., Chirici G., Mauri A., Cescatti A. 2021. Emergent vulnerability to

climatedriven disturbances in European forests. Nature Communications, 12 (1081): 1–12. DOI:10.1038/s41467-021-21399-7.

Gandhi, Kamal & Miller, Chelsea & Fornwalt, Paula & Frank, John. (2022). Bark beetle outbreaks alter biotic components of forested ecosystems. 10.1016/B978-0-12-822145-7.00008-8.

Generel obnovy lesních porostů po kalamitě: Etapa II, 2019. Online. In: . Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, p. 1-55. Available at: https://www.uhul.cz/wpcontent/uploads/Generel_etapa_II_Final.pdf.

HELL, Pavel a Josef HROMAS. 2002. Nová příručka myslivce do kapsy. Bratislava: Příroda. ISBN 80-07-01156.

HLÁSNY, T., KROKENE, P., LIEBHOLD, A., MONTAGNÉ-HUCK, C., MÜLLER, J., QIN, H., RAFFA, K., SCHELHAAS, M-J., SEIDL, R., SVOBODA, M., VIIRI, H. 2019. Život s kůrovcem: Dopady, výhledy a řešení. Od vědy ke strategii 8. Evropský lesnický institut.

HLÁSNY, Tomáš & BARCZA, Zoltán & FABRIKA, Marek & BALAZS, Borbala & CHURKINA, Galina & PAJTÍK, Jozef & SEDMÁK, Róbert & TURCANI, Marek. (2011). Climate change impacts on growth and carbon balance of forests in Central Europe. Climate Research. 47. 219-236. 10.3354/cr01024.

HLÁSNY, Tomáš & MERGANICOVA, Katarina & MODLINGER, Roman & MARUŠÁK, Róbert & LÖWE, Radim & TURCANI, Marek. (2021). Prognosis of bark beetle outbreak and a new platform for the dissemination of information about the forests in the czech republic / prognóza vývoje kůrovcové kalamity a nová platforma pro šíření informací o lesích v české republice. Zprávy Lesnického Výzkumu. 66. 197-205.

HLAVÁČ P., CHROMEK I. 2016. Lesné požiare a integrovaný systém ochrany lesov pred požiarmi. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 1 elektronický optický disk.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.

JANKOVSKÝ, L. (2014): Role houbových patogenů v chřadnutí smrku. In: Chřadnutí smrku v oblasti severní a střední Moravy. Sborník přednášek odborného semináře. Sestavili J. Novák & D. Dušek. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice 2014. s. 20–30. – ISBN 978-80-7417-079-9.

JELÍNEK, Roman, 2022. ŠKODY ZVĚŘÍ – Část I. - všeobecný náhled. MYSLIVOST, STRÁŽ MYSLIVOSTI [online]. 2007(2), 7-8 [cit. 2023-12-22]. Dostupné z: https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2007/Unor---2007/SKODY-ZVERI---Cast-I----vseobecny-nahled.

JEŽO, M. (2023): Vývoj obnovy lesních porostů po kůrovcové kalamitě v LHC Obecní lesy Zahořany. Praha, 2023. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů. Vedoucí práce prof. Ing. Vilém Podrázský, Csc.

KAJBA, Matúš & NIKOLOV, Christo & FERENČÍK, Ján & GUBKA, Andrej. (2015). Dopad kalamity podkôrneho hmyzu na bezpečnosť turizmu vo Vysokých Tatrách. 10.13140/RG.2.1.4707.4645.

KANTOR, Petr, Tomáš VRŠKA, Lumír DOBROVOLNÝ a Jiří NOVÁK, 2014. Pěstění lesů: skripta - učební text [online]. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 153 s. [cit. 2020-11-5]. Dostupné z: https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/skripta/Pesteni_skripta.pdf.

KNÍŽEK, Miloš; LIŠKA, Jan; VÉLE, Adam; ZAHRADNÍK, Petr and LUBOJACKÝ, Jan, 2021. Ochrana borovice lesní (Pinus sylvestris L.) před podkorním a dřevokazným hmyzem: certifikovaná metodika. Lesnický průvodce. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti.

KORECKÝ, Š. (2023): Vývoj přirozené a umělé obnovy na plochách po kůrovcové kalamitě na LHC Jemniště. Praha, 2023. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze,

Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů. Vedoucí práce prof. Ing. Vilém Podrázský, Csc.

KOŠULIČ, Milan. Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu. Brno: FSC Česká republika – Forest Stewardship Council, 2010. ISBN 978-80-254-6434-2.

KOTAS, Miloslav and VLKANOVA, Daniel, 2011. Posouzení činností spojených s úklidem klestu. Online. Lesnická práce. Roč. 90, č. 10/11. Available at: https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-90-2011/lesnicka-prace-c-10-11/posouzeni-cinnosti-spojenych-s-uklidem-klestu.

KOVÁŘ, K., HRDINA, V., BUŠINA, F. 2013. Pěstování lesů.Vyšší odborná škola lesnická a Střední lesnická škola Bedřicha Schwarzenberga Písek, učební text, 194 s.

KUDLÁČEK, Martin. Pěstování lesů. Hranice: SLŠ Hranice, 2019. ISBN 978-80-270-6240-9.

LESNICKÁ PROJEKCE FRÝDEK-MÍSTEK A.S., 2023. Textová část LHP pro LHC Vítkov, revír Budišov, Platnost LHP: 1.1.2023 - 31.12.2032.

LESNICKÁ PROJEKCE FRÝDEK-MÍSTEK A.S., 2023. Textová část LHP pro LHC Vítkov, revír Červený Kopec, Platnost LHP: 1.1.2023 - 31.12.2032.

LEUGNER, J., BARTOŠ, J. Obnova kalamitních holin – nové přístupy. In: Matějka K. (ed.), Sborník k semináři Lesník 21. století, most mezi ekologií lesa a potřebami společnosti, 15. ročník, Kašperské Hory 24. 10. 2019, s. 59-63.

LEUGNER, Jan, Jan BARTOŠ, Oldřich MAUER a Jiří SOUČEK, 2022. Obnova kalamitních ploch s využitím přípravných dřevin ve snížených počtech [online]. In: Opočno: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, s. 1-64 [cit. 2023-12-21]. Dostupné z: https://lesycr.cz/wp-content/uploads/2020/04/GS_ZZ_kalamitni-plochy_3_2021.pdf.

LEUGNER, Jan. Obnova kalamitních holin. Lesnická práce: časopis pro lesnicko-dřevařskou vědu a praxi. Písek: Lesnická práce: Státní zemědělské nakladatelství: Matice lesnická, 2019, 98(3), 1819. ISSN 0322-9254.

LEUGNER, Jan; JURÁSEK, Antonín and BARTOŠ, Jan, 2021. Postupy obnovy lesa na kalamitních holinách. Online. In: . Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Výzkumná stanice Opočno. Available

at: https://www.vulhm.cz/files/uploads/2021/05/07_Postupy-obnovy-lesa-na-kalamitnich-holinach.pdf.

LEXER, M.J., HÖNNINGER, K., SCHEIFINGER, H., MATULLA, C., GROLL, N. & KROMP-KOLB, H. 2000. The sensitivity of central European mountain forests to scenarios of climatic change: methodological frame for a large-scale risk assessment. Silva Fennica 34(2): 113–129. dostupné z: https://doi.org/10.14214/sf.635.

LIDICKÝ, V., MORÁVEK, F., NOVÁK, J., PŮLPÁN, L., ŠIMERDA, L., TESAŘ, V. Program trvale udržitelného hospodaření v lesích. Hradec Králové: Lesy České republiky, s.p., 2015. 71 s. ISBN 978-80-86945-27-9.

LIEBLOVÁ, Denisa and MATĚJA, Zdeněk, 2016. Sborník příspěvků z 11. mezinárodní vědecké konference "Veřejná správa 2016". Pardubice: Univerzita Pardubice, 2016. str.71-78, ISSN 978-80-7560-041-7.

LIU, Dan & YAN, Hao & YU, Cheng & YIN, Shi & WANG, Cheng & GONG, Li. (2022). Quantitative Assessment of Climate Change Impacts on Forest Ecosystems. Forest Science. 69. 10.1093/forsci/fxac054. Available at: https://doi.org/10.1093/forsci/fxac054.

LUBOJACKÝ, Jan, LORENC, František, SAMEK, Michal, KNÍŽEK Miloš a LIŠKA, Jan, Hlavní problémy v ochraně lesa v Česku v roce 2022 a prognóza na rok 2023, Škodliví činitelé v lesích Česka 2022/2023, Přípravky na ochranu lesa – realita a budoucnost: sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí 2023. Praha: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. ISBN isbn978-80-7417-247-2. ISSN 1211-9342.

MACKŮ J. (2018): Dopady scénáře klimatické změny hadgem na lesy ČR. - Geobiocenologické spisy, Brno, 17: 128-137.

MACKŮ, Jaromír a KOSOVÁ, Daniela, 2020. Scénář klimatické změny modelu HADGEM v oblastních plánech rozvoje lesů. Online. Zprávy lesnického výzkumu. Roč. 65, č. 1, s. 28-39. ISSN 1805-9872. Dostupné z: https://www.vulhm.cz/files/uploads/2020/04/584.pdf.

MANSFELD, Vratislav, Karel TAUBR, Jana JIRÁKOVÁ, Jan APLTAUER a Martin DLABKA, 2021. Zásady tvorby rámcových směrnic hospodaření a pracovní postupy vymezení hospodářských souborů [online]. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 1-26 [cit. 2024-01-05]. Dostupné z: https://www.uhul.cz/wp-content/uploads/Metodika_tvorby_RSH_v_OPRL.pdf.

MARTINÍK A. 2015: Kalamitní holina v národní legislativně. Lesnická práce 4/2015. 26-27 s. ISSN 0322- 9254. dostupné z: https://prosilvabohemica.cz/wp-content/uploads/2017/02/2015-LP-4-Martinik.pdf.

MATĚJKA, Karel a MODLINGER, Roman, 2023. Climate, Picea abies stand state, and Ips typographus in the Czech Republic from a viewpoint of long-term dynamics. Online. In: . S. 1-24. Dostupné z: https://www.infodatasys.cz/climate/CR1961-2020/CR1961-2020.htm.

MATĚJKA, Karel, 2019. Výkyvy počasí, dynamika klimatu a lesní společenstva; Weather fluctuations, climate dynamics and forest communities. Online. In: Sborník k semináři Lesník 21. století, most mezi ekologií lesa a potřebami společnosti. S. 1-18. Dostupné z: https://www.infodatasys.cz/lesnik21-2019/Lesnik2019_Matejka.pdf. [cit. 2024-01-12].

MAUER, O. Zakládání lesů I. Učební text. Brno: Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009, 172 s.

MAUER, Oldřich a Jan LEUGNER. 2014. Péče a ochrana kultur po obnově a zalesňování: [certifikovaná metodika (osvědčení 76179/2014-MZE-16222/M87)]. Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-154-3.

MAUER, Pavel a Jiří TRUHLÁŘ, 2005. Přeměny smrkových porostů podsadbami. Lesnická práce 2005, 84(8), s. 1617. Dostupné z: http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-84-2005/lesnicka-prace-c-8-05/premeny-smrkovych-porostu-podsadbami.

MLČOUŠEK, Marek; KŘÍSTEK, Štěpán; TUREK, Kamil; APLTAUER, Jan; NOVÁK, Jiří et al., 2020. Generel obnovy lesních porostů po kalamitě: Etapa III. Online. In: . Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, p. 1-75. Available at: https://www.uhul.cz/wp-content/uploads/Generel_etapa_III.pdf.

MODLINGER, Roman & TRGALA, Kamil. (2019). Možné příčiny a důsledky kůrovcové kalamity v lesích čr s ohledem na specifika při zpracování kalamitního dříví.

MRÁČEK, Zdeněk, 1989. Pěstování buku. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. ISBN 80-209-0003-9.

MWANGI, Ruth & MUSTAFA, Mohammed & CHARLES, K. & WAGARA, Isabel & KAPPEL, Noemi. (2023). Selected emerging and reemerging plant pathogens affecting the

food basket: A threat to food security. Journal of Agriculture and Food Research. 14. 100827. 10.1016/j.jafr.2023.100827. ISSN 2666-1543.

MZe. (2022). Veřejná vyhláška. Opatření obecné povahy č.j. MZE 59640/2022-MZE-16212 ze dne 3. 11. 2022, v platném znění. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR.

NÁROVCOVÁ, Jarmila, 2010. Mortalita výsadeb populací borovice lesní. Online. Zprávy lesnického výzkumu. Roč. 55, č. 4/2010, s. 299-306. Available at: https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/01/139.pdf.

NIKOLOV C, KONÔPKA B, KAJBA M, GALKO J, KUNCA A, JANSKÝ L (2014) Post-disaster forest management and bark beetle outbreak in Tatra National Park, Slovakia. Mt Res Dev 34: 326−335.

NIKOLOV, C., GALKO, J., GUBKA, A., KUNCA, A., FERENČÍK, J. & KAJBA, M. 2012. Časopriestorová distribúcia podkôrneho hmyzu po vetrovej kalamite z roku 2004 vo Vysokých Tatrách. In Kunca A. (ed.). Aktuálne problémy v ochrane lesa 2012. Národné lesnícke centrum, Nový Smokovec, p. 161–165.distribucia-podkorneho-hmyzu-po-vetrovej-kalamite-z-roku-2004-vo-vysokych-tatr%D0%B0ch.pdf.

NOVOTNÝ, Radek; FADRHONSOVÁ, Věra; KULHAVÝ, Jiří; LOMSKÝ, Bohumír; LORENCOVÁ, Helena; 2011. Vliv drcení klestu na půdu a růst sazenic smrku, buku a jedle v podmínkách LS Ledeč. Online. In: Výzkumné projekty garantované služby LČR. Strnady 2011: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. Available at: https://lesycr.cz/wp-content/uploads/2016/12/vliv-drceni-lestu-na-obnovu.pdf.

OBLASTNÍ PLÁN ROZVOJE LESŮ: SOUHRNNÁ ZPRÁVA, Podklad k základnímu šetření, Přírodní lesní oblast 29 – Nízký Jeseník, 2022. Online. In: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, pobočka Frýdek-Místek. Available at: https://www.uhul.cz/wp-content/uploads/2021_SZ_PLO_29.pdf.

PALÁTOVÁ, Eva; MAUER, Oldřich and HOUŠKOVÁ, Kateřina, 2011. Přirozená obnova dubu letního (Quercus robur L.) na lužních stanovištích: certifikovaná metodika. Brno: Mendelova univerzita v Brně.

PEŘINA, Vladimír, Václav JIRKOVSKÝ a Zdeněk KADLUS. Přirozená obnova lesních porostů. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1964. Lesnické aktuality. ISBN 07-023-04/40.

PLÍVÁ, K. 1980: Diferencované způsoby hospodaření v lesích ČSR. 1. vydání. Státní zemědělské nakladatelství: Praha, 1981. 214 s.

PODRÁZSKÝ, V. – KŘIVOHLAVÝ, O. Podsadby buku – aktuální téma? 2019. Lesnická práce, 98, č. 6, 2019, s. 3á – 39.

PODRÁZSKÝ, V., 2016. Klimatická změna – ohrožení nebo příležitost pro lesní hospodářství In Sborník přednášek Klimatická změna – možné dopady na lesní ekosystémy, Pelhřimov, Sdružení vlastníků obecních a soukromích lesů v ČR, 72 s. ISBN 978-80-906022-1-2.

PODRÁZSKÝ, V., BALÁŠ, M., LINDA, R., KŘIVOHLAVÝ, O. State of beech pole stands established at the clear-cut and in the underplanting. Journal of Forest Science. 2019, 65 (7), s. 256-262.

PODRÁZSKÝ, Vilém, Jiří REMEŠ a Iva ULBRICHOVÁ, 2004. Využití podsadeb a meliorace půdy při umělé obnově bukem. Lesnická práce 2004, 83(9), s. 1213 Dostupné z: http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-83-2004/lesnicka-prace-c-9-04/vyuziti-podsadeb-a-meliorace-pudy-pri-umele-obnove-bukem.

POKORNÝ, R. (2013): Pěstování lesů pod vlivem měnícího se klimatu. Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Brno, 39 s.

POLÁCH, Robert, ŠPULÁK, Ondřej, 2021. Vliv věku a úpravy zakmenění listnatých přípravných porostů na prosperitu podsadeb buku lesního. Online. Zprávy lesnického výzkumu. Roč. 66, s. 1-10. Available at: https://www.vulhm.cz/files/uploads/2021/03/615.pdf.

POLENO, Zdeněk, Stanislav VACEK a Vilém PODRÁZSKÝ. Pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. ISBN 978-80-7084-656-8.

POLENO, Zdeněk. Příručka pro majitele lesa. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 1994.

POLENO, Zdeněk; VACEK, Stanislav and PODRÁZSKÝ, Vilém, Pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009, 952 s. ISBN 978-80-87154-34-2.

PRŮŠA, Eduard. Pěstování lesů na typologických základech. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2001. ISBN 80-86386-10-4.

PŘÍRODA, S.R.O., 2013. Textová část LHP pro LHC Vítkov, Platnost LHP: 1.1.2013 - 31.12.2022.

QUITT, Evžen. Klimatické oblasti Československa. Brno: Geografický ústav ČSAV, 1971. Studia Geographica.

R Development Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL http://www.R-project.org/.

Ranasinghe, R., A.C. Ruane, R. Vautard, N. Arnell, E. Coppola, F.A. Cruz, S. Dessai, A.S. Islam, M. Rahimi, D. Ruiz Carrascal, J. Sillmann, M.B. Sylla, C. Tebaldi, W. Wang, and R. Zaaboul, 2021: Climate Change Information for Regional Impact and for Risk Assessment. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1767–1926, doi:10.1017/9781009157896.014.

RESENDE, Angelica & KRAINOVIC, Pedro & BRANCALION, Pedro & WEIDLICH, Emanuela & RODRIGUES, Ricardo & STRASSBURG, Bernardo & LOYOLA, Rafael. (2023). Forest Restoration. 10.1016/B978-0-12-822562-2.00086-4.

RYCHTECKÁ, Petra a Naděžda URBAŇCOVÁ, 2008. Škodliví činitelé lesa v letech 1996–2006 – I. část – Abiotičtí a antropogenní činitelé. Lesnická práce. 87(6/08).

SANIGA, Milan. Pestovanie lesa. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2007. ISBN 978-80-228-1715-8.

SIMANOV, Vladimír. Dějiny lesnictví. [Praha]: Národní zemědělské muzeum, 2022. ISBN isbn978-80-88270-27-0.

SIMON, J. – VACEK, S. Hospodářská úprava lesů. Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů. Brno: FLD MZLU v Brně, 2007. 126 s. ISBN 978-80-7375-131-9.

SIMON, Jaroslav a Stanislav VACEK. Hospodářská úprava lesů: výkladový slovník hospodářské úpravy lesů. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-140-1.

SLODIČÁK, M., 2014. Příčiny chřadnutí smrku na Opavsku. In Sborník přednášek Chřadnutí smrku v oblasti severní a střední Moravy, Olomouc, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Opočno, 56 s. ISBN 978-80-7417-079-9.

SLODIČÁK, Marian a Jiří NOVÁK, 2007. Výchova lesních porostů hlavních hospodářských dřevin. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-86461-89-2.

SOUČEK, J. (2021): Potenciál přirozené obnovy pionýrských druhů dřevin – review. Zprávy lesnického výzkumu, 2021, 66.3: 188-196.

SOUČEK, Jiří, 2006. Úprava druhové skladby borových porostů. Online. Lesnická práce. Roč. 85, č. 07/06. Available at: https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-85-2006/lesnicka-prace-c-07-06/uprava-druhove-skladby-borovych-porostu.

SOUČEK, Jiří, Ondřej ŠPULÁK, Jan LEUGNER, Karel PULKRAB, Roman SLOUP, Antonín JURÁSEK a Antonín MARTINÍK. Dvoufázová obnova lesa na kalamitních holinách s využitím přípravných dřevin: certifikovaná metodika. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2016. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-119-2.

SPOHN, Margot and GOLTE-BECHTLE, Marianne, 2010. Co tu kvete?: květena střední Evropy : více než 1000 planých rostlin. Praha: Knižní klub. ISBN 9788024224794.

STEJSKAL, Libor, 2012. Změna klimatu a její dopady: hlavní hrozba 21. století. Online. In: Trendy, rizika a scénáře bezpečnostního vývoje ve světě, Evropě a ČR – dopady na bezpečnostní politiku a bezpečnostní systém ČR. P. 1-34. Available at: https://klimatickakoalice.cz/images/dokumenty/sbp_zmena_klimatu_a_jeji_dopady.pdf.

Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, 2015. Ministerstvo životního prostředí v meziresortní spolupráci s využitím klimatologických podkladů Českého hydrometeorologického ústavu. Online. S. 1-130. Dostupné z: https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf.

Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR: 1. aktualizace pro období 2021 – 2030. Ministerstvo životního prostředí v meziresortní spolupráci s využitím klimatologických podkladů Českého hydrometeorologického ústavu. Online. In: . P. 1-234. Available at: https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK_Narodni_adaptacni_strategie-aktualizace_20212610.pdf.

Strategie rozvoje Lesů ČR na období od 1. 9. 2019 do 31. 12. 2024, Strategie obnovy lesa na kalamitních holinách u Lesů ČR. Lesy České republiky, 2020. Online. In: . Available at: https://lesycr.cz/wp-content/uploads/2020/01/Strategie-rozvoje-stav-06-01-2020.pdf.

Škodliví činitelé v lesích Česka 2021/2022, Škody zvěří: sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí, 2022. Praha: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. ISBN isbn978-80-7417-229-8. ISSN 1211-9342.

Škodliví činitelé v lesích Česka 2022/2023 Přípravky na ochranu lesa – realita a budoucnost. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 20. 4. 2023. Zpravodaj ochrany lesa. Online. Č. 26. Praha: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. ISBN 978-80-7417-247-2. ISSN 1211-9342.

ŠPULÁK, Ondřej and ČERNÝ, Jakub, 2023. Zprávy lesnického výzkumu, Potenciál borovice lesní v podmínkách změny klimatu: review. 68. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti.

ŠRÁMEK V., VEJPUSTKOVÁ M., NOVOTNÝ R., HELLEBRANDOVÁ K. 2008. Yellowing of Norway spruce stands in the Silesian Beskids – damage extent and dynamics. Journal of Forest Science, 54: 55–63.

ŠRÁMEK Vít, NOVOTNÝ Radek, 2023: Povětrnostní podmínky a abiotická poškození v roce 2022 In: Lorenc F. (ed.): Škodliví činitelé v lesích Česka 2022/2023 – Přípravky na ochranu lesa – realita a budoucnost. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 20. 4. 2023. Zpravodaj ochrany lesa, p. 12-17.

TUREK, K., KŘÍSTEK, Š., KUBIŠTA, J. Vyhodnocení poškození lesa zvěří pomocí porovníní kontrolních a srovnávacích ploch v ČR v letech 2013–2020. Lesnická práce. 2021, 100(9), s. 20–22.

TUREK, Kamil; KAMLER, Jiří and ČERMÁK, Petr, 2022. Hospodářsky únosná míra poškození lesů zvěří v ČR a okolních zemích. Online. Lesnická práce. Roč. 101, č. 7, s. 32-

35. Available at: https://prosilvabohemica.cz/wp-content/uploads/2022/12/2207-LP-Turek.pdf.

ÚHÚL Brandýs nad Labem. 2013. LHP pro LHC Vítkov, revír Budišov a Červený Kopec, na období platnosti 1.1.2013 – 31.12.2022.

VACEK, S., LOKVENC, T. (1994): Forest regeneration of the Medvědí hřbet area in the Hrubý Jeseník Mts. In: Forest Regeneration in the Extreme Air–polluted Region of the Hrubý Jeseník Mts., s. 37–42.

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

VACEK, Stanislav, ed. Pěstování lesů: pěstební výkladový slovník. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a environmentální, 2006. ISBN 80-213-1573-3.

VACEK, Stanislav, Jiří REMEŠ, Zdeněk VACEK, Lukáš BÍLEK, Igor ŠTEFANČÍK, Martin BALÁŠ a Vilém PODRÁZSKÝ. Pěstování lesů. Vydání: druhé (upravené a doplněné). V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2022. ISBN 978-80-213-3203-4.

VACEK, Stanislav, Theodor LOKVENC a Jiří SOUČEK. Přirozená obnova lesních porostů. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1995. ISBN ISSN 0231-9470.

VACEK, Stanislav; VACEK, Zdeněk and SCHWARZ, Otakar, 2009. Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš: Regeneration of forest stands on research plots in the Krkonoše national parks. Folia forestalia Bohemica. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce.

VACEK, Zdeněk, Stanislav VACEK, Lukáš BÍLEK a Martin BALÁŠ. Základy pěstování lesů. V Praze: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2020. ISBN 978-80-213-3043-6.

VAN MAANEN, Nicole; THEOKRITOFF, Emily; MENKE, Inga a SCHLEUSSNER, Carl-Friedrich, 2021. Dopady klimatické změny v České republice. Online. In: . S. 1-38. Dostupné z: https://climateanalytics.org/.

VEJPUSTKOVÁ, Monika, 2022. Klimatické faktory limitující růst smrku na území české republiky v období 1968–2013. Online. Zprávy lesnického výzkumu. Roč. 67, č. 1, s. 60-71. Available at: https://www.vulhm.cz/files/uploads/2022/03/657.pdf.

VOPRAVIL, Jan, Vilém PODRÁZSKÝ, Ondřej HOLUBÍK, Stanislav VACEK, Hana BEITLEROVÁ a Zdeněk VACEK. Principy zakládání porostů na bývalé zemědělské půdě v rámci ploch vymezených k zalesnění: metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2017. ISBN 978-80-87361-69-6.

Vyhláška č. 456/2021 Sb., o podrobnostech přenosu reprodukčního materiálu lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnostech o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. Dostupné z: https://eagri.cz/public/portal/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/uplna-zneni/vyhlaska-2021-456.

Vyhláška č. 84/1996 Sb., Ministerstva zemědělství o lesním hospodářském plánování. In: Zákony pro lidi.cz [online]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1996-84

WAISOVÁ, Jaroslava, 2011. Analýza škodlivých biotických a abiotických činitelů - Dle souborů lesních typů. Lesnická práce. 90(7).

WILLIAMSON, T.B.; COLOMBO, S.J.; DUINKER, P.N.; GRAY, P.A.; HENNESSEY, R.J.; HOULE, D.; JOHNSTON, M.H.; OGDEN, A.E.; SPITTLEHOUSE, D.L. 2009. Climate change and Canada's forests: from impacts to adaptation. Sustain. For. Manag. Netw. and Nat. Resour. Can., Can. For. Serv., North. For. Cent., Edmonton, AB. 104 p.

ZAHRADNÍk, P. 2019. Kůrovcové kalamity v ČR – historie, současnost, možnosti řešení. In: Knížek, M. (ed).: Škodliví činitelé v lesích Česka 2018/2019 – Historie a současnost kůrovcových kalamit ve střední Evropě. Sborník referátů z celostátního semináře. Průhonice 16. 4. 2019. Strnady, VÚLHM: 60–64. Zpravodaj ochrany lesa.

ZAHRADNÍK, P. 2022: Aktuální situace v kůrovcové kalamitě v roce 2021/22. Agromanuál 2022(11-12): 36-37.

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). Dostupné také z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-1995-289-viceoblasti.html.

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021, 2022. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-669-9. Dostupné na: http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/publikace-a-dokumenty/lesnictví/zpráva-o-stavu-lesa-a- lesního-1.html.

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2022, 2023. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-703-0. Dostupné na: https://eagri.cz/public/portal/-a30268---rWtfkQZD/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho-hospodarstvi-ceske-republiky-v-roce-2022-strucna-verze.

10. Seznam příloh

Příloha č. 1: Porovnaní vlivu ožinu na výšku buků mezi ZKP č. 5 a č. 6 (podzim 2022). 183
Příloha č. 2: Porovnaní vlivu ožinu na výšku borovic mezi ZKP č. 5 a č. 6 184
Příloha č. 3: Porovnaní vlivu ožinu na tloušťku kořenového krčku buků mezi ZKP č. 5 a č. 6 (podzim 2022)..... 185
Příloha č. 4: Porovnaní vlivu ožinu na tloušťku kořenového krčku borovic mezi ZKP č. 5 a č. 6 (podzim 2022) 186
Příloha č. 5: Porovnaní vlivu ožinu na výšku buků na neoplocených zkusných plochách mezi ZKP č. 3 a č. 4 (podzim 2022)..... 187
Příloha č. 6: Porovnaní vlivu ožinu na výšku borovic na neoplocených zkusných plochách mezi ZKP č. 3 a č. 4 (podzim 2022) 188
Příloha č. 7: Porovnaní vlivu ožinu na tloušťku kořenového krčku buků na neoplocených zkusných plochách mezi ZKP č. 3 a č. 4 (podzim 2022)..... 189
Příloha č. 8: Porovnaní vlivu ožinu na tloušťku kořenového krčku borovic na neoplocených zkusných plochách mezi ZKP č. 3 a č. 4 190
Příloha č. 9: Hodnocení vlivu oplocení na výšku buků na ožínaných zkusných plochách č. 4 a č. 6 (podzim 2022) 191
Příloha č. 10: Hodnocení vlivu oplocení na výšku borovic na ožínaných zkusných plochách č. 4 a č. 6 (podzim 2022) 192
Příloha č. 11: Hodnocení vlivu oplocení na tloušťku kořenového krčku buků na ožínaných zkusných plochách č. 4 a č. 6 (podzim 2022)..... 193
Příloha č. 12: Hodnocení vlivu oplocení na tloušťku kořenového krčku borovic na ožínaných zkusných plochách č. 4 a č. 6 (podzim 2022)..... 194
Příloha č. 13: Hodnocení vlivu oplocení na výšky buků na neožínaných zkusných plochách č. 3 a č. 5 (podzim 2022) 195
Příloha č. 14: Hodnocení vlivu oplocení na výšky borovic na neožínaných zkusných plochách č. 3 a č. 5 (podzim 2022)..... 196
Příloha č. 15: Hodnocení vlivu oplocení na tloušťku kořenového krčku buků na neožínaných zkusných plochách č. 3 a č. 5 (podzim 2022)..... 197
Příloha č. 16: Hodnocení vlivu oplocení na tloušťku kořenového krčku borovic na neožínaných zkusných plochách č. 3 a č. 5 (podzim 2022)..... 198
Příloha č. 17: Fotodokumentace výzkumu 199

Příloha č. 1: Porovnaní vlivu ožinu na výšku buků mezi ZKP č. 5 a č. 6 (podzim 2022)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variant	1	6452	6452	13.312	0.000348 ***
HS	1	2849	2849	5.878	0.016348 *
Typ:HS	1	176	176	0.364	0.547093
Residuals	175	84823	485		

Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = H22 ~ Typ * HS, data = KA)

$Varianta

	diff	lwr	upr	p adj
ožín-bez	12.00775	5.512295	18.50321	0.0003479

$HS

	diff	lwr	upr	p adj
HS_57-HS_45	-8.304962	-15.18478	-1.425145	0.0182704

$`Varianta:HS`

	diff	lwr	upr	p adj
ožín:HS_45-bez :HS_45	11.8962974	1.342150	22.450445	0.0202668
bez :HS_57-bez :HS_45	-6.7418016	-18.929355	5.445752	0.4793855
ožín:HS_57-bez :HS_45	0.8316434	-13.692536	15.355822	0.9988281
bez :HS_57-ožín:HS_45	-18.6380990	-30.235327	-7.040871	0.0002791
ožín:HS_57-ožín:HS_45	-11.0646540	-25.097153	2.967845	0.1755575
ožín:HS_57-bez :HS_57	7.5734450	-7.725491	22.872381	0.5743000

Příloha č. 2: Porovnaní vlivu ožinu na výšku borovic mezi ZKP č. 5 a č. 6 (podzim 2022)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Varianta	1	22369	22369	59.093	7.58e-13 ***
HS	1	60536	60536	159.921	< 2e-16 ***
Varianta:HS	1	2933	2933	7.749	0.00591 **
Residuals	192	72679	379		

Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level

$Varianta

	diff	lwr	upr	p adj
ozin-bez	22.44343	16.68484	28.20202	0

$HS

	diff	lwr	upr	p adj
HS57-HS55	-37.16135	-43.03056	-31.29214	0

$`Varianta:HS`

	diff	lwr	upr	p adj
ozin:HS55-bez:HS55	33.25469	24.3241810	42.18520582	0.0000000
bez:HS57-bez:HS55	-24.66906	-39.4160803	-9.92203288	0.0001371
ozin:HS57-bez:HS55	-10.08656	-20.1335385	-0.03957469	0.0486968
bez:HS57-ozin:HS55	-57.92375	-72.1112105	-43.73628947	0.0000000
ozin:HS57-ozin:HS55	-43.34125	-52.5472900	-34.13520996	0.0000000
ozin:HS57-bez:HS57	14.58250	-0.3329896	29.49798959	0.0579570

Příloha č. 3: Porovnaní vlivu ožinu na tloušťku kořenového krčku buků mezi ZKP č. 5 a č. 6 (podzim 2022)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Varianta	1	97.9	97.90	14.070	0.000239 ***
HS	1	47.7	47.65	6.848	0.009652 **
Typ:HS	1	3.6	3.60	0.517	0.473174
Residuals	175	1217.7	6.96		

$Varianta

	diff	lwr	upr	p adj
ožín-bez	1.479139	0.7008716	2.257406	0.0002393

$HS

	diff	lwr	upr	p adj
HS_57-HS_45	-1.074026	-1.898346	-0.2497064	0.010958

$`Typ:HS`

	diff	lwr	upr	p adj
ožín:HS_45-bez :HS_45	1.0854478	-0.1791197	2.35001520	0.1201306
bez :HS_57-bez :HS_45	-1.3776316	-2.8379090	0.08264585	0.0721746
ožín:HS_57-bez :HS_45	0.3250000	-1.4152452	2.06524517	0.9624720
bez :HS_57-ožín:HS_45	-2.4630793	-3.8526257	-1.07353299	0.0000480
ožín:HS_57-ožín:HS_45	-0.7604478	-2.4417812	0.92088568	0.6445600
ožín:HS_57-bez :HS_57	1.7026316	-0.1304427	3.53570591	0.0790410

Příloha č. 4: Porovnaní vlivu ožinu na tloušťku kořenového krčku borovic mezi ZKP č. 5 a č. 6 (podzim 2022)

```
             Df     Sum Sq  Mean Sq        F value        Pr(>F)
Varianta     1      227     227            12.419         0.000531 ***
HS           1      5954    5954           325.103        < 2e-16 ***
Varianta:HS  1      84      84             4.606          0.033114 *
Residuals    192    3517    18


Tukey multiple comparisons of means
    95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = RCD22 ~ Varianta * HS, data = KA)


$Varianta
             diff           lwr            upr            p adj
ozin-bez     2.263189       0.9965024      3.529876       0.0005312


$HS
             diff           lwr            upr            p adj
HS57-HS55    -11.65475      -12.94577      -10.36373      0

$`Varianta:HS`
                          diff        lwr        upr     p adj
ozin:HS55-bez:HS55     4.944175   2.979777   6.908573 0.0000000
bez:HS57-bez:HS55     -9.672075 -12.915901  -6.428250 0.0000000
ozin:HS57-bez:HS55    -7.894575 -10.104557  -5.684594 0.0000000
bez:HS57-ozin:HS55   -14.616250 -17.736991 -11.495509 0.0000000
ozin:HS57-ozin:HS55  -12.838750 -14.863754 -10.813746 0.0000000
ozin:HS57-bez:HS57     1.777500  -1.503382   5.058382 0.4983239
```

Příloha č. 5: Porovnaní vlivu ožinu na výšku buků na neoplocených zkusných plochách mezi ZKP č. 3 a č. 4 (podzim 2022)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Typ	1	7789	7789	23.737	2.2e-06 ***
HS	1	1322	1322	4.028	0.046 *
Typ:HS	1	48	48	0.146	0.703
Residuals	206	67599	328		

Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = H22 ~ Typ * HS, data = KA)

$Varianta

	diff	lwr	upr	p adj
ožín-bez	12.18946	7.256835	17.12209	2.2e-06

$HS

	diff	lwr	upr	p adj
HS_57-HS_45	-5.090243	-10.26548	0.08499808	0.053847

$`Varianta:HS`

	diff	lwr	upr	p adj
ožín:HS_45-bez :HS_45	11.552179	3.321437	19.782920	0.0019757
bez :HS_57-bez :HS_45	-4.545440	-13.894295	4.803414	0.5898663
ožín:HS_57-bez :HS_45	4.912226	-6.471793	16.296246	0.6790812
bez :HS_57-ožín:HS_45	-16.097619	-24.587136	-7.608102	0.0000109
ožín:HS_57-ožín:HS_45	-6.639952	-17.329513	4.049608	0.3758681
ožín:HS_57-bez :HS_57	9.457667	-2.114830	21.030163	0.1511819

Příloha č. 6: Porovnaní vlivu ožinu na výšku borovic na neoplocených zkusných plochách mezi ZKP č. 3 a č. 4 (podzim 2022)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Varianta	1	12244	12244	30.479	1.12e-07 ***
HS	1	76555	76555	190.570	< 2e-16 ***
Varianta:HS	1	1737	1737	4.325	0.0389 *
Residuals	187	75121	402		

$Varianta

	diff	lwr	upr	p adj
ozin-bez	16.5675	10.64747	22.48753	1e-07

$HS

	diff	lwr	upr	p adj
HS57-HS55	-42.19036	-48.44286	-35.93786	0

$`Varianta:HS`

	diff	lwr	upr	p adj
ozin:HS55-bez:HS55	31.17242	22.159467	40.185379	0.0000000
bez:HS57-bez:HS55	-32.90443	-50.630210	-15.178643	0.0000182
ozin:HS57-bez:HS55	-17.94932	-28.033468	-7.865172	0.0000431
bez:HS57-ozin:HS55	-64.07685	-81.596232	-46.557467	0.0000000
ozin:HS57-ozin:HS55	-49.12174	-58.838502	-39.404984	0.0000000
ozin:HS57-bez:HS57	14.95511	-3.138689	33.048902	0.1435711

Příloha č. 7: Porovnaní vlivu ožinu na tloušťku kořenového krčku buků na neoplocených zkusných plochách mezi ZKP č. 3 a č. 4 (podzim 2022)

```
               Df     Sum Sq  Mean Sq        F value        Pr(>F)
Typ             1      308.4   308.45         82.903        <2e-16 ***
HS              1        0.0     0.01          0.002         0.967
Typ:HS          1        0.3     0.31          0.082         0.775
Residuals     206      766.4     3.72


Tukey multiple comparisons of means
    95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = RCD22 ~ Typ * HS, data = KA)


$Varianta
               diff           lwr           upr           p adj
ožín-bez       2.425643       1.900413      2.950872      0


$HS
               diff           lwr           upr           p adj
HS_57-HS_45    0.01105036     -0.5400126    0.5621134     0.9685021


$`Varianta:HS`
                              diff        lwr          upr          p adj
ožín:HS_45-bez :HS_45    2.37230458    1.495890    3.2487192    0.0000000
bez :HS_57-bez :HS_45   -0.06073113   -1.056203    0.9347408    0.9985911
ožín:HS_57-bez :HS_45    2.47901887    1.266841    3.6911965    0.0000018
bez :HS_57-ožín:HS_45   -2.43303571   -3.337005   -1.5290666    0.0000000
ožín:HS_57-ožín:HS_45    0.10671429   -1.031517    1.2449455    0.9949522
ožín:HS_57-bez :HS_57    2.53975000    1.307503    3.7719968    0.0000015
```

Příloha č. 8: Porovnaní vlivu ožinu na tloušťku kořenového krčku borovic na neoplocených zkusných plochách mezi ZKP č. 3 a č. 4 (podzim 2022)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Varianta	1	5	5	0.283	0.595	
HS	1	5539	5539	295.785	<2e-16	***
Varianta:HS	1	23	23	1.239	0.267	
Residuals	187	3502	19			

$Varianta

	diff	lwr	upr	p adj
ozin-bez	0.3446127	-0.9335709	1.622796	0.595447

$HS

	diff	lwr	upr	p adj
HS57-HS55	-11.34863	-12.6986	-9.998663	0

$`Varianta:HS`

	diff	lwr	upr	p adj
ozin:HS55-bez:HS55	3.778531	1.832559	5.724504	0.0000067
bez:HS57-bez:HS55	-10.763934	-14.591080	-6.936789	0.0000000
ozin:HS57-bez:HS55	-8.859679	-11.036931	-6.682427	0.0000000
bez:HS57-ozin:HS55	-14.542466	-18.325047	-10.759884	0.0000000
ozin:HS57-ozin:HS55	-12.638210	-14.736140	-10.540281	0.0000000
ozin:HS57-bez:HS57	1.904255	-2.002347	5.810858	0.5872427

Příloha č. 9: Hodnocení vlivu oplocení na výšku buků na ožínaných zkusných plochách č. 4 a č. 6 (podzim 2022)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Varianta	1	933	933.4	1.553	0.2142
HS	1	2703	2702.7	4.497	0.0352 *
Varianta:HS	1	174	174.4	0.290	0.5908
Residuals	194	116586	601.0		

$Variant

	diff	lwr	upr	p adj
opl-ne	4.364725	-2.542641	11.27209	0.21417

$HS

	diff	lwr	upr	p adj
HS57-HS45	-8.681541	-16.7573	-0.6057829	0.0352589

$`Varianta:HS`

	diff	lwr	upr	p adj
opl:HS45-ne:HS45	5.576883	-4.828893	15.982659	0.5078448
ne:HS57-ne:HS45	-6.639952	-21.113222	7.833317	0.6346031
opl:HS57-ne:HS45	-5.487771	-20.702527	9.726985	0.7862374
ne:HS57-opl:HS45	-12.216836	-27.105288	2.671616	0.1483867
opl:HS57-opl:HS45	-11.064654	-26.674884	4.545576	0.2592949
opl:HS57-ne:HS57	1.152182	-17.418619	19.722982	0.9985161

Příloha č. 10: Hodnocení vlivu oplocení na výšku borovic na ožínaných zkusných plochách č. 4 a č. 6 (podzim 2022)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variant	1	3376	3376	7.076	0.00833 **
HS	1	124855	124855	261.669	< 2e-16 ***
Variant:HS	1	489	489	1.025	0.31230
Residuals	244	116424	477		

$ Variant

	diff	lwr	upr	p adj
opl-ne	7.383281	1.916083	12.85048	0.0083304

$HS

	diff	lwr	upr	p adj
HS57-HS55	-46.14847	-51.76869	-40.52826	0

$`Variant:HS`

	diff	lwr	upr	p adj
opl:HS55-ne:HS55	4.396901	-4.749138	13.54294	0.5997404
ne:HS57-ne:HS55	-49.121743	-59.689285	-38.55420	0.0000000
opl:HS57-ne:HS55	-38.944349	-49.444714	-28.44399	0.0000000
ne:HS57-opl:HS55	-53.518644	-63.903528	-43.13376	0.0000000
opl:HS57-opl:HS55	-43.341250	-53.657767	-33.02473	0.0000000
opl:HS57-ne:HS57	10.177394	-1.418013	21.77280	0.1078417

Příloha č. 11: Hodnocení vlivu oplocení na tloušťku kořenového krčku buků na ožínaných zkusných plochách č. 4 a č. 6 (podzim 2022)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variant	1	0.0	0.004	0.000	0.982
HS	1	3.1	3.100	0.409	0.523
Varianta:HS	1	6.7	6.697	0.883	0.349
Residuals	194	1471.8	7.587		

$Variant

	diff	lwr	upr	p adj
opl-ne	0.008710442	-0.767395	0.7848159	0.9823628

$HS

	diff	lwr	upr	p adj
HS57-HS45	-0.2940125	-1.201397	0.6133724	0.5235392

$`Variant:HS`

	diff	lwr	upr	p adj
opl:HS45-ne:HS45	0.2211620	-0.9480216	1.3903457	0.9612066
ne:HS57-ne:HS45	0.1067143	-1.5194893	1.7329179	0.9982463
opl:HS57-ne:HS45	-0.5392857	-2.2488021	1.1702306	0.8461514
ne:HS57-opl:HS45	-0.1144478	-1.7873009	1.5584054	0.9980146
opl:HS57-opl:HS45	-0.7604478	-2.5143992	0.9935037	0.6754590
opl:HS57-ne:HS57	-0.6460000	-2.7325985	1.4405985	0.8532830

Příloha č. 12: Hodnocení vlivu oplocení na tloušťku kořenového krčku borovic na ožínaných zkusných plochách č. 4 a č. 6 (podzim 2022)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variant	1	58	58	2.530	0.113
HS	1	9511	9511	413.667	<2e-16 ***
Variant:HS	1	1	1	0.026	0.873
Residuals	244	5610	23		

$Variant

	diff	lwr	upr	p adj
opl-ne	0.9692188	-0.2309169	2.169354	0.112963

$HS

	diff	lwr	upr	p adj
HS57-HS55	-12.73715	-13.97088	-11.50343	0

$`Variant:HS`

	diff	lwr	upr	p adj
opl:HS55-ne:HS55	0.8337842	-1.173914	2.841483	0.7055395
ne:HS57-ne:HS55	-12.6382104	-14.957951	-10.318470	0.0000000
opl:HS57-ne:HS55	-12.0049658	-14.309960	-9.699971	0.0000000
ne:HS57-opl:HS55	-13.4719947	-15.751639	-11.192350	0.0000000
opl:HS57-opl:HS55	-12.8387500	-15.103387	-10.574113	0.0000000
opl:HS57-ne:HS57	0.6332447	-1.912129	3.178618	0.9177152

Příloha č. 13: Hodnocení vlivu oplocení na výšky buků na neožínaných zkusných plochách č. 3 a č. 5 (podzim 2022)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Varianta	1	984	983.7	5.133	0.02462 *
HS	1	1462	1461.7	7.628	0.00632 **
Varianta:HS	1	57	56.6	0.295	0.58750
Residuals	187	35836	191.6		

$Varianta

	diff	lwr	upr	p adj
opl-ne	4.546436	0.5878539	8.505017	0.0246169

$HS

	diff	lwr	upr	p adj
HS57-HS45	-5.55256	-9.524271	-1.580849	0.0063942

$`Varianta:HS`

	diff	lwr	upr	p adj
opl:HS45-ne:HS45	5.232765	-1.771689	12.2372183	0.2163703
ne:HS57-ne:HS45	-4.545440	-11.695692	2.6048117	0.3544521
opl:HS57-ne:HS45	-1.509037	-9.137028	6.1189543	0.9559513
ne:HS57-opl:HS45	-9.778205	-16.961057	-2.5953531	0.0029292
opl:HS57-opl:HS45	-6.741802	-14.400359	0.9167562	0.1059375
opl:HS57-ne:HS57	3.036404	-4.755723	10.8285305	0.7436942

Příloha č. 14: Hodnocení vlivu oplocení na výšky borovic na neožínaných zkusných plochách č. 3 a č. 5 (podzim 2022)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Varianta	1	79	79	0.340	0.561
HS	1	16081	16081	69.193	8.61e-14 ***
Varianta:HS	1	336	336	1.445	0.231
Residuals	135	31375	232		

$Varianta

	diff	lwr	upr	p adj
opl-ne	1.507353	-3.608388	6.623094	0.5610492

$HS

	diff	lwr	upr	p adj
HS57-HS55	-27.85415	-34.51255	-21.19575	0

$`Varianta:HS`

	diff	lwr	upr	p adj
opl:HS55-ne:HS55	2.31463	-5.132164	9.761425	0.8503295
ne:HS57-ne:HS55	-32.90443	-46.433998	-19.374854	0.0000000
opl:HS57-ne:HS55	-22.35443	-33.783632	-10.925221	0.0000070
ne:HS57-opl:HS55	-35.21906	-48.891689	-21.546424	0.0000000
opl:HS57-opl:HS55	-24.66906	-36.267259	-13.070854	0.0000009
opl:HS57-ne:HS57	10.55000	-5.639900	26.739900	0.3302612

Příloha č. 15: Hodnocení vlivu oplocení na tloušťku kořenového krčku buků na neožínaných zkusných plochách č. 3 a č. 5 (podzim 2022)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Varianta	1	43.4	43.42	15.850	9.81e-05 ***
HS	1	21.4	21.42	7.818	0.00571 **
Varianta:HS	1	20.3	20.34	7.425	0.00704 **
Residuals	187	512.3	2.74		

$Varianta

	diff	lwr	upr	p adj
opl-ne	0.9552145	0.4818948	1.428534	9.81e-05

$HS

	diff	lwr	upr	p adj
HS57-HS45	-0.6721248	-1.147014	-0.1972351	0.0057815

$`Varianta:HS`

	diff	lwr	upr	p adj
opl:HS45-ne:HS45	1.50801887	0.6705103	2.3455274	0.0000342
ne:HS57-ne:HS45	-0.06073113	-0.9156725	0.7942103	0.9977772
opl:HS57-ne:HS45	0.13038729	-0.7816764	1.0424510	0.9825768
ne:HS57-opl:HS45	-1.56875000	-2.4275893	-0.7099107	0.0000255
opl:HS57-opl:HS45	-1.37763158	-2.2933501	-0.4619130	0.0007681
opl:HS57-ne:HS57	0.19111842	-0.7405707	1.1228076	0.9512512

Příloha č. 16: Hodnocení vlivu oplocení na tloušťku kořenového krčku borovic na neožínaných zkusných plochách č. 3 a č. 5 (podzim 2022)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Varianta	1	31.3	31.3	3.001	0.0855 .
HS	1	2083.2	2083.2	199.709	<2e-16 ***
Varianta:HS	1	5.9	5.9	0.566	0.4532
Residuals	135	1408.2	10.4		

$ Varianta

	diff	lwr	upr	p adj
opl-ne	-0.9493579	-2.033167	0.134451	0.0854949

$HS

	diff	lwr	upr	p adj
HS57-HS55	-10.0254	-11.43604	-8.61477	0

$`Varianta:HS2`

	diff	lwr	upr	p adj
opl:HS55-ne:HS55	-0.331859	-1.909519	1.245802	0.9471647
ne:HS57-ne:HS55	-10.763934	-13.630278	-7.897591	0.0000000
opl:HS57-ne:HS55	-10.003934	-12.425299	-7.582570	0.0000000
ne:HS57-opl:HS55	-10.432075	-13.328727	-7.535423	0.0000000
opl:HS57-opl:HS55	-9.672075	-12.129244	-7.214907	0.0000000
opl:HS57-ne:HS57	0.760000	-2.669954	4.189954	0.9389944

Příloha č. 17: Fotodokumentace výzkumu

Obr. I. – Lokalita č. 3 v HS 57 po přípravě ZKP shrnovačem klestu

Obr. II. – Lokalita č. 2 v HS 55 po přípravě oplocených ZKP shrnovačem klestu

Obr. III. – Lokalita č. 2 v HS 55 po přípravě neoplocených ZKP drtičem

Obr. IV – Lokalita č. 1 v HS 45 po přípravě ZKP drtičem

Obr. V. – Lokalita č. 3 v HS 57 na jaře 2020

Obr. VI. – Lokalita č. 2 v HS 55 na jaře 2020

Obr. VII. – Lokalita č. 1 v HS 45 na jaře 2020

Obr. VIII. – Celoplošně vyžnuté ZKP na lokalitě č. 3 v HS 57

Obr. IX. – Vyžínané ZKP na lokalitě č. 2 v HS 55

Obr. X. – Zkusné plochy vyžínané v pruzích na lokalitě č. 1 v HS 45

Obr. XI. – Neožínané ZKP na lokalitě č. 2 v HS 55

Obr. XII. – Neožínané ZKP na lokalitě č. 1 v HS 45

Obr. XIII. – Neožínané ZKP na lokalitě č. 3 v HS 57

Obr. XIV. – Ochrana proti zvěři nátěrem sazenic na lokalitě č. 3 v HS 57

Obr. XV. – Monitorovaná přirozená sukcese během 1. vegetačního období

Obr. XVI. – Monitorovaná přirozená sukcese během 2. a 3. vegetačního

Obr. XVII. – Jedinci odrůstající vlivu buřeně během 1. vegetačního období

Obr. XVIII. – Jedinci odrůstající vlivu buřeně během 2. a 3. vegetačního

Obr. XIX. – Uhynulí jedinci vlivem buřeně

Obr. XX. – Škody zvěří

Obr. XXI. – Jedinci poškození mrazem

Obr. XXII. – Jedinci BO napadení klikorohem borovým

Obr. XXIII. – Lokalita č. 3 na podzim 2022

Obr. XXIV. – Lokalita č. 2 na podzim 2022

Obr. XXV. – Lokalita č. 1 na podzim 2022