

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Vývoj obnovy lesních porostů po kůrovcové
kalamitě v LHC Obecní lesy Zahořany**

Diplomová práce

Autor: Bc. Miroslav Ježo

Vedoucí práce: prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Miroslav Ježo

Lesní inženýrství

Název práce

Vývoj obnovy lesních porostů po kůrovcové kalamitě v LHC Obecní lesy Zahořany

Název anglicky

Dynamics of Regeneration of Forest Stands after Bark-Beetle Calamity at the Forest Management Unit Zahořany

Cíle práce

Cílem práce je aktualizace literární rešerše s tématem různých způsobů obnovy lesa a se zaměřením na kalamitní plochy a zhodnocení vývoje přirozené obnovy v hlavních HS daného LHC. Dále pak zhodnocení kalamity v posledním období. V diplomové práci bude zhodnocen vliv buřeně, zvěře na umělou a přirozenou obnovu, nezdar zalesnění a přírůst za tři vegetační období na LHC Obecní lesy Zahořany. Práce navazuje na bakalářskou práci obhájenou v r. 2021. Vyhodnocení obou typů obnovy dá představu o potenciálu zalesnění kalamitních holin v daných podmínkách.

Metodika

1) Zhodnocení literatury vztahující se k tématu

2) Obnova zkusných ploch na kalamitních holinách– na každém HS bude založeno 6 zkusných ploch o výměře 0,01 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 bez ochrany proti zvěři

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

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

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

3) Zhodnocení dalšího vegetačního období v těchto parametrech:

Útlak buřeně, nezdar zalesnění, vliv zvěře, přirozená obnova a přírůst

4) Zpracování výsledků a příprava diplomové práce

Časový harmonogram:

Obnova ploch – jaro 2022

Zhodnocení a měření na jednotlivých plochách – konec vegetační sezony 2022

Zpracování výsledků – leden, únor 2023

Předložení rukopisu BP – březen 2023



Doporučený rozsah práce

Min. 50 stran odborného textu

Klíčová slova

Přirozená obnova, umělá obnova lesa, kůrovec, vliv zvěře, zahuštění, rozpad porostů

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, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 24. 01. 2023

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „**Vývoj obnovy lesa po kůrovcové kalamitě na LHC Obecní lesy Zahořany**“ jsem vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Viléma Podrázského, CSc. a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Oprechticích dne 3.4. 2023

Podpis autora

Poděkování

Chtěl bych vyjádřit poděkování profesoru Ing. Vilému Podrázskému CSc., který mi věnoval čas, poskytl zpětnou vazbu a cenné rady při zpracování této diplomové práce. Rovněž jsem vděčný své rodině, která mi pomáhala při terénních měřeních v průběhu zpracování diplomové práce a za neochvějnou podporu po dobu celého studia.

Abstrakt

Diplomová práce byla zaměřena na možnosti obnovy kalamitních holin vzniklých po rozsáhlé kůrovcové kalamitě v konkrétních podmínkách LHC Obecní lesy Zahořany. V rešeršní části jsou popsány způsoby a možnosti obnovy lesa, specifické podmínky kalamitních ploch, příprava stanovišť, péče o již obnovené porosty a charakteristika vybraných hospodářských souborů. V teoretické části je dále krátce zrekapitulována historie výskytu kůrovcových kalamit a popsána a ekologie lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Praktická část práce se zabývala obnovou kalamitních ploch vzniklých v roce 2019. Šetření probíhalo po dobu třech vegetačních období od jara 2020 do podzimu 2022. Konkrétně byla pozorována přirozená obnova a umělá obnova bukem lesním (*Fagus sylvatica*). V práci byla hodnocena úspěšnost obnovy a faktory jí ovlivňující jako buřň a zvěř. Stanoviště, na kterých probíhala šetření se nacházela na třech různých hospodářských souborech, jednalo se o HS 45, HS 47 a HS 57. Pro účely sledování různých managementů obnovy a faktorů obnovu ovlivňujících bylo založeno na každém HS 6 zkusných ploch o velikosti 0,01 ha. Nejúspěšněji obnova odrůstala na HS 45 a HS 47. Z výsledků vyplynulo, že pro úspěšnou obnovu buku stejně jako dalších listnatých a málo zastoupených dřevin je oplocení a ožin základní předpoklad. Vliv buřně se negativně projevil snížením přírůstů a zvýšením mortality u sazenic hlavně na živném stanovišti HS 45 a oglejeném stanovišti HS 47. Vliv zvěře se projevil na všech stanovištích snížením přírůstů v důsledku okusu a v různé míře rovněž na mortalitě, nevýrazněji na HS 57, kde na neoplocených plochách byla zjištěna mortalita sazenic více jak 90 %. Potenciál přirozené obnovy se projevil zejména u pionýrských dřevin. Bříza a osika měly dominantní zastoupení na většina zkusných ploch. Z cílových dřevin se nejčastěji vykytoval dub a na HS 57 se velmi dobře zmlazoval také smrk, borovice a modřín. Rovněž na přirozenou obnovu měla vliv zvěř. Negativní působení zvěře se projevilo hlavně okusem a snížením průměrných výšek jednotlivých druhů dřevin. Většinou došlo i k poklesu počtu jedinců na neoplocené ploše, to ale nebylo tak výrazné jako v případě umělé obnovy.

Klíčová slova: přirozená obnova, umělá obnova lesa, kůrovec, vliv zvěře, zabuřnění, rozpad porostů

Abstract

The diploma thesis was focused on the possibilities of restoration of calamity plots created after a large-scale bark beetle calamity in concrete condition of LHC Obecí lesy Zahořany. In the review part, it was described methods and possibilities of forest restoration, specific condition of calamity areas, habitat preparation, silvicultural care of restored forest stands and characteristics of selected Management Units (HS). The theoretical part also briefly summaries the history of bark beetle calamities and describes the biology and ecology of the spruce bark beetle (*Ips typographus*). The practical part of thesis dealt with the restoration of the calamity plots created in 2019. The research was carried out over tree growing seasons from spring 2020 to autumn 2022. Specifically, natural regeneration and artificial regeneration carried out with European beech (*Fagus sylvatica*) were observed. It was evaluated not only on the success of regeneration but also on factors affecting it such as weeds and hoofed game. The sites researched were located on three different Management Units (HS), specifically HS 45, HS 46 and HS 57. In order to monitor different restoration management and factors affecting restoration, 6 plots of 0,01 ha were established on each HS. The most successful regeneration occurred on HS 45 and on HS 47. The results showed that fencing and weeding is prerequisite for the successful regeneration of European beech as well as other broadleaved and under-represented tree species. The effect of the weeds was negatively reflected by a reduction in growth and an increase in mortality in seedlings, mainly on fertile sites HS 45 and on gleyic sites HS 47. The effect of hoofed game was reflected in all sites by a reduction in growth due to browsing and, to varying degrees, in mortality, but the most markedly at HS 57, where seedling mortality of more than 90 % was observed in unfenced plots. The potential for natural regeneration was particularly evident in the pioneer tree species. Birch and aspen were dominant in most plots. Oak was the most common target tree species and spruce, pine and larch are regenerated very well on HS 57 too. The natural regeneration was also influenced by hoofed animals, mainly by browsing and a reduction in the average height of the different tree species. In most cases there was also a decrease in the number of individuals in the unfenced plots, but this was not as pronounced as in the case of artificial regeneration.

Key words: natural regeneration, artificial forest regeneration, bark-beetle, game effects, weed effects, stands breakup

Obsah

1	Úvod	16
2	Cíle práce	18
3	Literární rešerše	19
3.1	Kůrovcová kalamita a její historie	19
3.1.1	Historie kalamit	19
3.1.2	Současná kalamita	20
3.2	Lýkožrout smrkový	21
3.3	Obnova lesa	22
3.3.1	Obnova v legislativě	22
3.3.2	Příprava ploch pro obnovu	24
3.3.3	Přírozená obnova	26
3.3.4	Umělá obnova	28
3.3.5	Současný stav obnovy lesa a zalesnění na území ČR	31
3.4	Zalesnění kalamitních holin	31
3.5	Péče a ochrana o obnovené porosty	32
3.6	Buk lesní	34
3.6.1	Popis	34
3.6.2	Základy výchovy	35
3.7	Dřeviny vhodné k zalesnění kalamitních holin	35
3.8	Hospodářské soubory	39
4	Metodika	40
4.1	Charakteristika LHC „Obecní lesy Zahořany“	40
4.2	Popis zájmových lokalit	41
4.2.1	Zájmová lokalita „Hůrka“	41
4.2.2	Zájmová lokalita „Škaniva“	42
4.2.3	Zájmová lokalita „V Michovém“	43
4.3	Vytyčení zkusných ploch	44
4.4	Měření dat	45
4.5	Zpracování dat	46
5	Výsledky	48

5.1	Porovnání přírůstových hodnot umělé obnovy v rámci jednotlivých HS	48
5.1.1	Výškový přírůst.....	48
5.1.2	Tloušťkový přírůst kořenového krčku	50
5.2	Vliv buřeně.....	52
5.2.1	Výškový přírůst.....	53
5.2.2	Tloušťkový přírůst kořenového krčku	55
5.3	Vliv zvěře	57
5.3.1	Podíl poškozených sazenic po jednom roce od výsadby	58
5.3.2	Vliv zvěře na výškový přírůst.....	58
5.3.3	Vliv zvěře na tloušťkový přírůst	60
5.3.4	Vliv buřeně na škody působené zvěří	61
5.4	Nezdar zalesnění	63
5.4.1	Úspěšnost obnovy na opocných plochách s ožinem	64
5.4.2	Vliv buřeně na úspěšnost obnovy	65
5.4.3	Vliv zvěře na úspěšnost obnovy	66
5.5	Potenciál přirozené obnovy.....	69
5.5.1	Přirozená obnova na HS 45	69
5.5.2	Přirozená obnova na HS 47	74
5.5.3	Přirozená obnova HS 57	80
5.6	Ekonomické zhodnocení	85
6	Diskuze	88
7	Závěr.....	94
8	Seznam použité literatury	96
9	Přílohy	102

Seznam použitých grafů

Graf 1: Zastoupení dřevin na LHC Obecní lesy Zahořany (Plzeňský Lesprojekt, a.s. 2014)	41
Graf 2: Srovnání výšek na jednotlivých zkusných plochách s oplocením a ožinem	48
Graf 3: Sumární výškový přírůst za 3 vegetační období	49
Graf 4: Srovnání tloušťek kořenového krčku v závislosti na HS	50
Graf 5: Sumární přírůst kořenového krčku za 3 vegetační období	52
Graf 6: Graf porovnání výšek v závislosti na ožinu a hospodářském souboru, plochy definované hospodářským souborem a následně způsobem managementu	53
Graf 7: Porovnání přírůstu za 3 vegetační období na zkusných plochách s ožinem a bez ožinu v rámci jednotlivých HS	54
Graf 8: Graf porovnání tloušťek kořenového krčku v závislosti na ožinu a hospodářském souboru, plochy definované hospodářským souborem a následně způsobem managementu	55
Graf 9: Porovnání přírůstu tloušťky kořenového krčku za 3 vegetační období na zkusných plochách s oplocením a bez ožinu v rámci jednotlivých HS	56
Graf 10: Procentuální poškození sazenic po prvním roce po výsadbě	58
Graf 11: Porovnání výšek na zkusných plochách s oplocením a bez oplocení, jedná se o plochy, na kterých probíhal ožin (neoploc – neoplocená zkusná plocha, oploc – oplocená zkusná plocha)	59
Graf 12: Porovnání tloušťek kořenového krčku na zkusných plochách s oplocením a bez oplocení, jedná se o plochy, na kterých probíhal ožin	60
Graf 13: Porovnání výšek na neoplocených zkusných plochách s ožinem a bez ožinu (ožin – plochy s ožinem, neožin – plochy bez ožinu)	61
Graf 14: Porovnání tloušťek kořenového krčku na neoplocených zkusných plochách s ožinem a bez ožinu (ožin – plochy s ožinem, neožin – plochy bez ožinu)	62
Graf 15: Porovnání ujmavosti na jednotlivých hospodářských souborech na zkusných plochách s ožinem	64
Graf 16: Porovnání ujmavosti na jednotlivých hospodářských souborech na zkusných plochách bez ožinu	65
Graf 17: Porovnání ujmavosti na jednotlivých hospodářských souborech na zkusných plochách bez oplocení a s ožinem	66

Graf 18: Porovnání ujímavosti na jednotlivých hospodářských souborech na zkusných plochách bez oplocení a bez ožinu	67
Graf 19: Procentuální dřevinná skladba na oplocené zkusné ploše HS 45 po prvním vegetačním období a po třech vegetačních obdobích	71
Graf 20: Porovnání výšek jednotlivých dřevin z přirozené obnovy naměřených na oplocené zkusné ploše HS 45	71
Graf 21: Procentuální dřevinná skladba na neoplocené zkusné ploše po prvním vegetačním období a po třech vegetačních obdobích	73
Graf 22: Porovnání výšek jednotlivých dřevin naměřených na neoplocených zkusných plochách	74
Graf 23: Procentuální dřevinná skladba na oplocené zkusné ploše po prvním vegetačním období a po třech vegetačních obdobích na HS 47	76
Graf 24: Porovnání výšek jednotlivých dřevin na oplocené zkusné ploše HS 47	77
Graf 25: Procentuální dřevinná skladba na neoplocené zkusné ploše po prvním vegetačním období a po třech vegetačních obdobích na HS 47	79
Graf 26: Porovnání výšek jednotlivých dřevin na neoplocené zkusné ploše HS 47	79
Graf 27: Procentuální dřevinná skladba na oplocené zkusné ploše po prvním vegetačním období a po třech vegetačních obdobích na HS 57	81
Graf 28: Porovnání výšek jednotlivých dřevin na oplocené zkusné ploše HS 57	82
Graf 29: Procentuální dřevinná skladba na neoplocené zkusné ploše po prvním vegetačním období a po třech vegetačních obdobích na HS 57	84
Graf 30: Porovnání výšek jednotlivých dřevin na neoplocené zkusné ploše HS 57	84

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Zájmová lokalita Hůrka.....	42
Obrázek 2: Zájmová lokalita Škaniva.....	43
Obrázek 3: Zájmová lokalita V Michovém	43
Obrázek 4: Přehledová mapa s rozmístěním zájmových kalamitních holin (1-HS 45, 2 HS 47, 3- HS 57) (www.mapy.cz).....	44

Seznam použitých tabulek

Tabulka 1: Klimatické poměry LHC „Obecní lesy Zahořany" (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs n. L. – pobočka Plzeň)	40
Tabulka 2: Zastoupení lesních vegetačních stupňů na LHC „Obecní lesy Zahořany“ (Plzeňský Lesprojekt, a.s. 2014).....	41
Tabulka 3: Tabulka průměrných výškových přírůstků na oplocených plochách s ožinem (v cm).....	49
Tabulka 4: Průměrné přírůsty kořenového krčku na oplocených zkusných plochách (v mm).....	51
Tabulka 5: Porovnání úrovně zabuřnění na jednotlivých zkusných plochách.....	54
Tabulka 6: Shrnující procentuální srovnání rozdílu přírůstků v rámci jednotlivých hospodářských souborů.....	57
Tabulka 7: Srovnání procentuální ujmavosti na jednotlivých zkusných plochách po 1. a 3. roce.....	64
Tabulka 8: Přirozená obnova na oplocené zkusné ploše HS 45 po prvním vegetačním období	69
Tabulka 9: Přirozená obnova na oplocené zkusné ploše HS 45 po třech vegetačních obdobích.....	70
Tabulka 10: Přirozená obnova na neoplocené zkusné ploše HS 45 po prvním vegetačním období	72
Tabulka 11: Přirozená obnova na neoplocené zkusné ploše HS 45 po třech vegetačních obdobích.....	73
Tabulka 12: Přirozená obnova na oplocené ploše po prvním vegetačním období na HS 47	75
Tabulka 13: Přirozená obnova na oplocené ploše po třech vegetačních obdobích na HS 47	75
Tabulka 14: Přirozená obnova na neoplocené ploše po prvním vegetačním období na HS 47	78
Tabulka 15: Přirozená obnova na neoplocené ploše po třech vegetačních obdobích na HS 47	78
Tabulka 16: Přirozená obnova na oplocené ploše po prvním vegetačním období na HS 57	80

Tabulka 17: Přirozená obnova na oplocené ploše po třech vegetačních obdobích na HS 57	81
Tabulka 18: Přirozená obnova na neoplocené ploše po prvním vegetačním období na HS 57	83
Tabulka 19: Přirozená obnova na neoplocené ploše po třech vegetačních obdobích na HS 57	83
Tabulka 20: Ekonomické zhodnocení zkusných ploch s oplocením a s ožinem po třech vegetačních obdobích	85
Tabulka 21: Ekonomické zhodnocení oplocených zkusných ploch bez ožinu po třech vegetačních obdobích	86
Tabulka 22: Ekonomické zhodnocení zkusných plochách bez oplocení a s ožinem.....	86
Tabulka 23: Ekonomické zhodnocení zkusných ploch bez oplocení a bez ožinu	86

Seznam zkratk

AK – trnovník akát
BK – buk lesní
BR – bříza bělokorá
BO – borovice lesní
CHS – cílový hospodářský soubor
ČR – Česká republika
DB – dub
DBČ – dub červený
DG – douglaska tisolistá
HS – hospodářský soubor
JD – jedle bělokorá
JV – javor
JS – jasan ztepilý
LHC – lesní hospodářský celek
LP – lípa malolistá
MD – modřín opadavý
MZD – meliorační a zpevňující dřeviny

OL – olše

OS – topol osika

PLO – přírodní lesní oblast

SLT – soubor lesní typů

SM – smrk ztepilý

TR – třešeň ptačí

tzv. – takzvaně

ÚHÚL – Ústav pro hospodářskou úpravu lesa

VBJ – vrba jíva

1 Úvod

Lesy jsou jedním ze základních atributů naší krajiny a přirozeně nejrozšířenějším ekosystémem. Zaujímají více než třetinu rozlohy České republiky. V dnešní době již nepohlížíme na lesy pouze z hlediska finančního přínosu jejich majitelům, ale rovněž se zdůrazňuje přínos enviromentálních, zdravotně – hygienických, naučných a dalších služeb lesa pro celou společnost i ekosystémy jako takové. Ovšem vývoj lesa je dlouhodobý proces, který může být často ovlivněn nebo narušen různými biotickými či abiotickými vlivy. V závislosti na rozsahu narušení pak může docházet k přerušení plnění výše zmíněných funkcí lesa.

S rozsáhlým odumíráním smrkových porostů se od roku 2015 potýká většina lesů na území ČR. Děje se tak v důsledku přemnožení lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Plošný rozsah kalamity vychází z vysokého zastoupení smrku ztepilého. Původ vysokého zastoupení lze dohledat již v polovině 18. století, kdy s rozvojem lidské společnosti a industrializací vzrostla potřeba po rychle rostoucím, kvalitním a hospodářsky uplatnitelném dříví. Z toho důvodu byly často původní listnaté a smíšené lesy nahrazeny monokulturními, stejnověkými porosty jehličnatých dřevin. Jednalo se zejména v závislosti na lokalitě a stanovišti o smrk a borovici. To s sebou přinášelo celou řadu rizik, nejčastěji spojených se snížením ekologické stability daných porostů. U takto založených porostů se výrazně zvýšila náchylnost vůči působení biotických a abiotických vlivů (Remeš 2006).

Současná kalamita nás svým obrovským rozsahem nutí přemýšlet nad celou řadou dosud málo pokládaných otázek. V první řadě se jedná o otázky finančního charakteru, kdy během probíhající kalamity ceny dříví značně kolísaly a v době vrcholící kalamity dosahovaly historického minima. Neméně důležité je, jak přistoupit k druhové skladbě nově obnovovaných porostů. Na odlesněných rozsáhlých plochách mohou panovat extrémní klimatické podmínky a je nutné při obnově volit dřeviny těmto nepříznivým vlivům odolné. Do budoucna je třeba zajistit lesy co možná nejstabilnější a to tak, aby se kalamity podobného rozsahu již neopakovaly. V neposlední řadě je zapotřebí zvážit, jaké adaptační postupy při obnově aplikovat vzhledem k probíhající klimatické změně. Je možné předpokládat, že extrémní výkyvy počasí, ať už z hlediska sucha, extrémních srážek nebo teplot, případně jejich kombinace, se budou opakovat častěji.

Tato práce má za cíl přispět k řešení této problematiky a prověřit různé postupy managementu obnovy. Dále zjistit vliv působení limitujících faktorů (buřň, zvěř) a jejich dopady na obnovu porostů. Předmětem pozorování byla umělá obnova provedená bukem lesním a přirozená obnova v rámci třech nejzastoupenějších HS sledovaného LHC. Práce byla uskutečněna na LHC Obecní lesy Zahořany, kde došlo k přemnožení kůrovce s největší intenzitou v letech 2018 a 2019, podobně jako v dalších oblastech Domažlicka.

2 Cíle práce

Cílem práce je aktualizace literární rešerše v oblasti různých způsobů a postupů obnovy lesa se zvláštním důrazem na stanoviště postižené kůrovcovou kalamitou. V teoretické části je rozebrána problematika lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) a zmíněny jsou také historicky nejvýznamnější kůrovcové kalamity, které vznikly právě z důvodu gradace tohoto druhu kůrovce. Dále se literární část zabývá přípravou stanovitě, péčí a ochranou o obnovené porosty a charakteristikou vybraných hospodářských souborů. Praktická část práce se věnuje hodnocení úspěšnosti umělé obnovy bukem lesním a vývoji přirozené obnovy na stanovištích zasažených kůrovcovou kalamitou v hlavních HS sledovaného LHC. V diplomové práci bude zhodnocen vliv buřně a zvěře na umělou a přirozenou obnovu, nezdar zalesnění a přírůst za tři vegetační období na LHC Obecní lesy Zahořany. Práce navazuje na bakalářskou práci, která byla obhájena v roce 2021. Zhodnocení obou typů obnovy poskytne představu o potenciálu zalesnění kalamitních holin v daných podmínkách.

3 Literární rešerše

3.1 Kůrovcová kalamita a její historie

V lesnictví lze kalamity označit jako nahodilé události menšího či většího rozsahu, které mohou vést k rozvrácení lesních porostů a znemožnění plnění funkcí lesa (Postler 2005). Kalamitní události a nahodilé těžby jsou součástí lesního hospodářství již od jeho počátku (Martiník et al. 2016). Dle zákona je kůrovcová kalamita stav, kdy dojde k nárůstu populační hustoty škůdce, následkem čehož vznikají významné hospodářské škody na lesních porostech a zároveň dochází k ohrožení plnění základních funkcí lesa. (Vyhláška MZe č. 101/1996 Sb. Paragraf 2).

3.1.1 Historie kalamit

Z historického hlediska nepůsobily kalamity, ať biotického či abiotického původu, škody pouze na uměle založených smrkových či borových porostech, ale byly součástí přirozeného vývoje původních pralesů (Simanov 2014). K výrazné změně ovšem došlo v průběhu 18. a 19. století s průmyslovým rozvojem a potřebou kvalitního stavebního a energického dříví. Od té doby docházelo ke zvyšování podílu pěstování snadno obnovitelného a rychle rostoucího smrku ztepilého (*Picea abies*) až k podílu přes 50 %. V současné době má zastoupení smrku klesající tendenci a v roce 2021 bylo 48,1 % (Zpráva o stavu lesa 2021).

Následkem plošného zastoupení smrku, i na méně vhodných stanovištích, došlo v českých zemích historicky několikrát k přemnožení lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*), které vedlo k rozsáhlým rozpadům v porostech smrku ztepilého (Zahradník, Zahradníková 2019).

Přemnožení tohoto druhu lýkožrouta bylo většinou vázáno na předchozí poškození porostu větrem nebo sněhem. Z let 1821 a 1833 pochází první zmínky o kůrovcové kalamitě v Jeseníkách, v jejímž důsledku bylo zpracováno bylo 400 tisíc m³ smrkového dříví. Mezi lety 1868 a 1978 zasáhla kalamita výrazného rozsahu oblast Šumavy, která postihla lesy s původním výskytem smrku na české, bavorské i rakouské straně. Pozdní zpracování větrných polomů z let 1868 a 1870 vedlo k rozšíření lýkožrouta do nepostižených smrkových porostů, což mělo za následek vytěžení přibližně 7 mil. m³ (Pfeffer 1952).

V letech 1944 až 1952 postihla střední Evropu kalamita, která zasáhla především horské oblasti se smrkovými porosty. Nejvíce postiženou zemí bylo Německo. V Československu bylo vytěženo až 8 mil. m³. Při zpracování této kalamity se využívala již modernější technika, včetně dvoumužných motorových pil, traktorů a koní (Zahradník, Zahradníková 2019).

Při kalamitě v letech 1983 až 1988 došlo poprvé k postižení nižších a středních poloh. Příčinou této události bylo opožděné zpracování polomů, které ještě zhoršilo teplé a suché počasí v letech 1982 a 1983. V důsledku toho bylo podle odhadů zasaženo 6-10 mil. m³. V severních a severozápadních Čechách se na kalamitě podílely také problémy imisního charakteru. Pro zvládnutí situace byly ke zpracování napadeného dřeva využívány jednomužné motorové pily a harvestory (Zahradník, Zahradníková 2019).

Abnormální sucho a vysoké teploty vedly ke kalamitě v letech 1993 až 1996, která postihla horské i nízko položené oblasti. V tomto období byl postižen nejen smrk, ale i borovice. V jejím případě ale nešlo o napadení lýkožroutem smrkovým. V důsledku této kalamity bylo vytěženo ve smrkových porostech 6,75 mil. m³ (Zahradník, Zahradníková 2019).

3.1.2 Současná kalamita

Současná kalamita se dělí do tří etap. První etapa započala velice suchým a teplým rokem 2003. Následkem toho došlo k přemnožení lýkožrouta. Během dvou let došlo k napadení 2 mil. m³. Po dvou následujících letech došlo k utlumení nárůstu populace lýkožrouta. Druhá etapa započala v roce 2007 a byla zapříčiněna pozdním zpracováním polomů po orkánu Kyrill v lednu 2007. V březnu dalšího roku následoval orkán Emma, který situaci ještě zhoršil. Během druhé etapy bylo zpracováno 6,1 mil. m³ napadeného dříví (Zahradník, Zahradníková 2019).

Třetí etapa současné kalamity započala extrémně teplým a suchým rokem 2015. Nepříznivé podmínky pokračovaly i v následujících letech. Klimaticky velmi extrémní a srážkově podprůměrný byl hlavně rok 2018. Vlhkostně deficitní však byly i roky 2016, 2017 a 2019 (Dušátko et al. 2022). Tyto podmínky umožnily urychlit vývoj lýkožrouta a navýšit počet generací (Zahradník, Knížek 2016). Mezi lety 2015 a 2020 se zvýšila těžba z 16,16 mil. m³ na 35,75 mil. m³. Z toho byl v roce 2020 podíl nahodilé těžby 95 % (Zpráva o stavu lesa 2020). Následující rok 2021 byl teplotně průměrný a srážky

dosahovaly dlouhodobého průměru. To se projevilo výrazným útlumem rozvoje lýkožrouta a snížením těžeb na 30,26 mil. m³ (Zpráva o stavu lesa 2021). Tento klesající trend a příznivější podmínky pokračovaly i v roce 2022. Z toho vyplývá, že současná kalamita kulminovala v roce 2020. Avšak se silícím vlivem klimatické změny je potřeba počítat v následujících letech s dalšími nárůsty intenzity poškozování smrkových porostů kůrovcem (Biedermann et al. 2019). Pro srovnání při předchozích kalamitách nikdy nepřekročil roční objem vytěženého dříví 2 mil. m³ (Zahradník, Zahradníková 2019). V období mezi lety 2014 až 2019 klesla zásoba ve smrkových porostech z 511 na 430 mil. m³ (Toth et al. 2020). Podle řady odborníků se na současném stavu do značné míry podílel i způsob hospodaření převážně ve státních lesích a živelný obchod se dřívím, kdy se neošetřené kůrovcové dříví přepravovalo napříč Českou republikou a celkově střední Evropou.

3.2 Lýkožrout smrkový

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) patří mezi nejnebezpečnější škůdce smrkových porostů na území Evropy. Dle vyhlášky č. 76/2018 Sb. je jedním ze sedmi kalamitních škůdců. Tomuto škůdci se daří v teplém a suchém prostředí. Jeho šíření závisí výhradně na větru. Obvykle se jedná o typického sekundárního škůdce, který převážně napadá vývraty, zlomy, nemocné nebo čerstvě pokácené stromy starší 80 let (Amann 1995). Šumavská kalamita v posledních desetiletích však vnesla do popisu způsobů šíření kůrovce řadu otázek.

Dospělý brouk má tělo válcovitého tvaru o délce 4-4,5 mm. Zbarvení je červenohnědé až černohnědé. Nožky a tykadla jsou ve srovnání s tělem světlejší. Na obou stranách prohlubně na konci krovek jsou čtyři zoubky. Nedospělý brouk je naproti tomu zbarvený obvykle žlutě až hnědavě (Pfeffer 1952; Zahradník et al. 2014).

Smrky náchylné k napadení vyhledávají pionýrští brouci. Samci se zavrtávají do kůry a vytvářejí snubní komůrku pro páření až se třemi samičkami, které jsou lákány feromony (Wermelinger 2004). Samičky lýkožrouta vytvářejí v lýku z komůrky 1 až 3 matečné chodby, které mohou být až 15 cm dlouhé. V těchto chodbách jsou kladena vajíčka, odkud po 10-14 dnech vylíhlé larvy vytvářejí chodby do stran od mateřské chodby, které se na konci rozšiřují v miskovité kolébky pro kuklení. Z kolébky brouk většinou začíná zralostní žír. Po dokončení vývoje brouk opouští strom kulatým

výletovým otvorem. Lýkožrout přezimuje v hrabance v blízkosti napadených stromů (Amann 1995).

Lýkožrout má za rok obvykle dvě generace, za příhodných podmínek jich může být i více. Rojí se od poloviny dubna do května a pak v průběhu července. Přemnožení lýkožrouta historicky často souvisí s větrnou kalamitou, kde se první generace vyvinou na vývratech a zlomech. Nové generace lýkožrouta pak napadnou zdravé stromy i mladé porosty v okolí (Pfeffer 1952). V současné době lýkožrout velmi citlivě reaguje na klimatickou změnu, podobně jako ostatní druhy podkorního hmyzu. Teplejší a sušší počasí urychluje vývoj, zvyšuje počet generací. (Hlásný et al. 2021). Za normálních okolností dokážou zdravé stromy gradaci kůrovce obvykle zpomalit. Jsou-li hostitelské dřeviny stresovány suchem a teplem, snižuje se jejich obranyschopnost a zvyšuje se riziko rozsáhlého odumírání porostů (Kindlmann 2012). Tento jev byl pozorován v mnoha evropských zemích. Zvláště pak střední Evropa je epicentrum tohoto dění (Hlásný et al. 2021).

3.3 Obnova lesa

Definice obnovy lesa podle Kantora (2014) uvádí: „*Obnova lesa je proces nahrazování stávajícího, zpravidla dospělého lesa novým pokolením lesních dřevin*“. Obnova se zahajuje prvním těžebním zásahem a ukončuje zajištěním porostu, který by měl svou kvalitou a druhovou skladbou odpovídat podmínkám daného stanoviště a cílům lesního hospodáře. Obnovu lze realizovat umělým nebo přirozeným způsobem (Mauer 2009).

3.3.1 Obnova v legislativě

Dle lesního zákona č. 289/1995 Sb. se jako obnova lesa rozumí soubor opatření vedoucí ke vzniku následného lesního porostu. Zákon uvádí několik povinností v souvislosti s obnovou. Mezi závazné ukazatele LHP patří minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin. Zákon dále ukládá povinnost obnovovat lesní porosty stanovištěně vhodnými dřevinami a holiny zalesnit nejpozději do 2 let od jejich vzniku a do 7 let je zajistit. V odůvodněných případech však na žádost vlastníka lesa může orgán státní správy lesů povolit lhůtu delší, což bylo umožněno nařízením obecné povahy i při současné kalamitě. Dále zákon uvádí maximální přípustnou velikost holé seče 1 ha při mýtní úmyslné těžbě. Její šíře nesmí překročit jednonásobek porostní výšky

na exponovaných hospodářských souborech a dvojnásobek na ostatních stanovištích. Orgán státní správy může udělit v zákoně daných případech výjimku ve velikosti a šíři holé seče. Jedná se o hospodářské soubory přirozených borových stanovišť na písčitých půdách a hospodářské soubory lužních lesů, kde může být velikost holé seče do 2 ha bez omezení šíře. Na dopravně nepřístupných horkých svazích delších než 250 metrů lze také uplatnit velikost seče do 2 ha, nejedná-li se o exponované hospodářské soubory (zákon č. 289/1995 Sb.).

Rozsah kůrovcové kalamity a s tím související potřeba zalesnění rozsáhlých holin s sebou přinesly značné problémy. Jednak špatnou ekonomickou situaci vlastníků, kdy došlo k výraznému poklesu cen dříví, ale také nedostatek pracovních kapacit a materiálních zdrojů. Z toho důvodu došlo k několika legislativním změnám. V současné době platí opatření obecné povahy č.j. MZE-59640/2022-MZE-16212, které povoluje:

- zalesnění holiny vzniklé v důsledku nahodilé těžby do pěti let a zajištění do 10 let,
- při zalesnění kalamitních holin o souvislé výměře větší než 2 ha ponechávat nezalesněné pruhy o šířce až 5 metrů, jeden od druhého v minimální vzdálenosti 20 metrů,
- ponechat nezalesněný pruh o šířce až 5 metrů od okraje porostu k vytvoření porostního pláště.

Výjimka z povinnosti zpracovat přednostně jako nahodilou těžbu kůrovcové souše, stejně jako možnost využít při zalesnění reprodukční materiál z kterékoli přírodní lesní oblasti, skončila 31. 12. 2022.

Dále byla vydána vyhláška č. 456/2021 Sb., která také upravuje některé podmínky zalesnění týkající se kalamitních holin:

- zalesněný je takový pozemek, který byl nově prohlášený za pozemek k plnění funkcí lesa a roste na něm alespoň 90 % životaschopných jedinců z minimálního počtu,
- za obnovený pozemek je považován takový pozemek, na kterém roste alespoň 60 % životaschopných jedinců z minimálního počtu,

- povinnost naplnit závazné ustanovení minimálního podílu melioračních a zpevňujících dřevin musí být splněna nejpozději na konci lhůty určené pro zajištění,
- na kalamitní holině, která překračuje přípustnou velikost holé seče, nemusí být dodrženo rovnoměrné rozmístění jedinců na ploše,
- upravuje minimální počty obnovovaných nebo zalesňovaných jedinců na 1 hektar.

3.3.2 Příprava ploch pro obnovu

Na mnoha stanovištích nelze úspěšně provést obnovu lesních porostů bez přípravných prací nezávisle na tom, jestli bude aplikována přirozená nebo umělá obnova. Mezi přípravné práce je řazeno odstranění zbytků po těžbě, příprava půdy a odstranění buřeně (Poleno et al. 2009).

3.3.2.1 Odstranění těžebních zbytků

Těžební zbytky jsou větve (klest) a část nehroubí, které jsou zpravidla překážkou při obnovních pracích. Z biologického hlediska by bylo nejvhodnější alespoň část zbytků ponechat na ploše, neboť tato vrstva se významně podílí na tvorbě humusu, tlumí růst buřeně, zlepšuje vlhkostní a částečně i povětrnostní poměry. Na druhou stranu ponechání klestu na ploše zvyšuje riziko rozmnožení některých druhů škodlivého hmyzu, a to zejména lýkožrouta lesklého (*Pytyogenes chalcographus*). Mezi další negativní stránky patří komplikace mechanizované i ruční práce při zalesňovacích a ochranných pracích. Příliš velké množství klestu komplikuje také ujímání náletů. Mezi možné způsoby odstranění těžebních zbytků lze zařadit pálení, snášení či shrnování do hromad a valů, štěpkování, drcení a následný prodej (Mauer 2009).

Ruční shazování a následné spalování s sebou přináší celou řadu nevýhod a rizik. Jedná se zejména o riziko vzniku požáru a nulové využití biomasy. Můžeme mluvit o obohacování půdy minerálními látkami, které zůstávají ovšem jenom na ploše ohniště, takže z biologického hlediska jsou téměř bezpředmětné (Dvořák et al. 2006).

Při mechanickém shrnování klestu jsou nasazovány shrnovače klestu. Jedná se většinou o adaptér instalovaný na univerzálním kolovém traktoru nebo speciálním lesním kolovém traktoru. Zbytky po shrnutí jsou ponechány na ploše nebo připraveny k dalšímu zpracování. Mezi rizika tohoto způsobu se řadí šíření škůdců nebo hnilob z ponechaných těžebních zbytků a zábor poměrně velké produkční plochy. Na druhou

stranu ponechané valy mohou zlepšit hydrologické poměry a částečně ochránit nově založený porost před větrem (Dvořák et al. 2006).

Pro zpracování klestu lze také využít kombinovanou mechanizaci. Klest je z porostu odvážen vyvážecí soupravou nebo vyvážecím traktorem a svezen do hromad na odvozním místě. Pro zpracování klestu se využívají štěpkovače, drtiče a drtící půdní frézy. Pracovním nástrojem u štěpkovače jsou nože a u drtiče kladiva nesená na rotoru. Drtiče a štěpkovače se dělí na tažené, nesené, samohodné a stacionární. Jsou buď poháněny vlastním motorem nebo od pohonných jednotek tažných strojů. Štěpka je většinou využívána k energetickým účelům nebo se ponechává v porostu (Poleno et al. 2009). Optimální využití štěpky je široce diskutováno a před finálním rozhodnutím je záhodno provést důkladnou analýzu možností a dopadů.

Drtící půdní fréza je nesená na tříbodovém závěsu, případně pomocí hydraulického jeřábu. Při přejezdu přes plochu porostu rozdrť ponechané těžební zbytky, případně nárosty. Zbytky jsou ponechány na ploše nebo zapracovány do půdy. Stroje se nehodí pro drcení klestu na kamenitých půdách (Dvořák 2006).

3.3.2.2 Příprava půdy

Pod pojmem příprava půdy či stanoviště se rozumí soubor takových opatření, která vedou ke zlepšení půdních vlastností před začátkem obnovy. Přípravu půdy dělíme dle cílů a způsobů realizace na mechanickou, chemickou a biologickou (Kantor 2014).

Účelem mechanické přípravy půdy je zlepšení fyzikálních a chemických vlastností, zlepšení homogenity půd, zapracování hnojiv, potlačení buřeně a biotických škůdců. Příprava může být provedena ručně či mechanizovaně, a to buď formou celoplošnou, pruhovou nebo ploškovou. Mechanická příprava zahrnuje orbu, frézování, úpravu drnu, odstraňování pařezů a stratifikaci půdy. Existují také extrémnější formy mechanické přípravy, mezi ty patří například vyvýšená sadba realizovaná dozéry, pluhová nebo bagrová příprava půdy, přemístění nebo navážky zeminy, mechanické způsoby stabilizace svahu, řízené požáry pro likvidaci buřeně nebo silné nadložní vrstvy humusu (Mauer 2009).

Cíl chemické přípravy spočívá především v úpravě nevhodného zastoupení živin v půdě a likvidaci nežádoucí buřeně. Aplikace prostředků probíhá obvykle celoplošně s použitím mechanizačních prostředků (rozmetadla, postřikovače). Často může probíhat souběžně s mechanizovanou přípravou půdy. V lesnictví je důležité používat chemické

prostředky jako doplňky, ne jako hlavní prostředek. K hnojení mohou být použita hnojiva organického nebo minerálního původu (Kantor 2014). Chemická příprava pak kromě hnojení zahrnuje aplikaci pesticidů, respektive herbicidů k potlačení nežádoucí vegetace.

Pomocí biologické přípravy se snažíme potlačit buřň, zlepšit fyzikální a chemické vlastnosti půdy, dodat organickou hmotu a eliminovat negativní účinky půdní vody. Dále je také významná krycí funkce a schopnost mechanicky vázat půdu. Realizuje se pomocí výsadby stromů, keřů a bylin, inokulace hub a mikroorganismů a aplikace pomocných půdních látek. Nejčastěji využívanou formu biologické přípravy jsou přípravné porosty. Zakládají se ze stromových dřevin a keřů, u nichž převažuje meliorační a krycí funkce (Mauer 2009). Podle Kantora (2014) lze mezi biologickou přípravu zařadit také snížení zakmenění v plně zapojených porostech s cílem zvýšit přístup světla, tepla a srážek k půdnímu povrchu. Následkem toho se výrazně zlepší podmínky pro následnou přirozenou obnovu.

3.3.3 Přirozená obnova

Přirozená obnova byla z historického hlediska v podstatě jedinou využívanou metodou až do 18. století. Nebyla však příliš úspěšná. Vytěžené holiny se většinou ponechávaly samovolnému vývoji. Na těchto plochách obvykle trvalo desítky let, než vznikl nový les. Velkým problémem byla také devastace náletových dřevin pastvou dobytka. S rozvojem a se zvýšením intenzity lesního hospodářství v 18. a 19. století nastal téměř úplný ústup od přirozené obnovy a nahrazena byla obnovou umělou, tedy sítí a sadbou. Koncem 19. století s příchodem nových hospodářských způsobů se situace částečně změnila a přirozená obnova znovu začala nabývat využití. Zejména díky Gayerovým myšlenkám, které našly uplatnění v jižní části střední Evropy (Poleno et al. 2009).

O přirozené obnově mluvíme v případě, kdy nová generace lesa vzniká autoreprodukcí mateřského porostu. Toho lze docílit generativně – z nalétnutých semen, nebo vegetativně – z pomocí kořenových či pařezových výmladků. Dominantní formou přirozené obnovy je semenná. Vegetativní způsob se, na rozdíl od minulosti, v současném českém lesním hospodářství téměř nevyužívá (Mauer 2009). Pro úspěšnou přirozenou obnovu je nejvhodnější obnovní způsob podrostní, uplatňovaný buď formou clonné, nebo výběrné seče. Ovšem ani při holosečném způsobu nelze přirozenou obnovu vyloučit. K náletu může dojít z okolních porostů nebo z ponechaných výstavek, a to v případě, nejde-li o příliš velkou holinu, na které mohou panovat relativně příznivé

mikroklimatické podmínky. K těmto nevhodným podmínkám na velikých holosečích jsou nejtolerantnější pionýrské dřeviny. Mezi zástupce těchto dřevin lze zařadit například břízu, osiku, olši, borovici a za vhodných podmínek modřín (Poleno et al. 2009).

Úspěšnost přirozené obnovy je závislá na několika základních podmínkách, a těmi podle Kantora et al. (2014) jsou:

- vhodné klimatické a příznivé povětrnostní podmínky,
- výskyt semenného roku,
- dostatečný počet matečných stromů,
- vhodný stav půdy pro klíčení semene, vzejití a přežití semenáčků.

Pro úspěšný průběh obnovy je zapotřebí co největší souběh zmíněných faktorů. Pravděpodobnost přežití semen, jejich vzcházení a úspěšné přežívání nárostů lze zvýšit úpravou půdního povrchu (Poleno et al. 2009). Ve vztahu k nástupu přirozené obnovy rozlišuje Korpel (1991) tři fáze podmínek, a to:

- předčasná fáze neboli juvenilní fáze – vhodné podmínky pro ujímání ještě nenastaly, semeno v nevhodných půdních a mikroklimatických podmínkách pravděpodobně uhynie,
- optimální fáze – příznivý souběh stanovištních podmínek a doby klíčení semene,
- promeškaná neboli finální fáze – podmínky vhodné pro nástup přirozené obnovy již minuly, nejčastěji vinnou buřeně.

Největší potenciál přirozené obnovy poskytují mírně chudé půdy, kde probíhá zabuřenění pomalu. Na bohatých půdách se nachází vysoká bylinná vegetace, na zamokřených zase drnová vegetace a na velmi chudých keřová vegetace. Zde je přirozená obnova možná do doby, než dojde k vytvoření souvislého pokryvu buření (Průša 2001).

Hlavní přednosti přirozené obnovy jsou podle Polena et al. (2009):

- nedochází k poškození kořenového systému v důsledku přesazování a tím je zajištěn stabilní vývoj semenáčků,
- zachování autochtonní nebo alochtonní populace, která se již na daných stanovištních podmínkách osvědčila,
- zachování vysoké genetické diverzity

- úspora nákladů za obnovu nejen v porovnání se sadbou nebo sítí, ale rovněž se projeví u výchovy porostu prostřednictvím autoregulačních schopností některých dřevin.

Na druhou stranu mezi nevýhody se řadí:

- omezené možnosti měnit druhovou skladbu u monokulturních porostů,
- již zmíněná závislost na fruktifikaci stromů, semenné roky se u jednotlivých druhů dřevin vyskytují v různých periodách,
- náročnost porostní výchovy u nerovnoměrně zapojených a přehoustlých porostů.

3.3.4 Umělá obnova

První zmínky o umělé obnově spadají již do období středověku. Avšak o cílevědomé a systematické umělé obnově můžeme hovořit až od 18. století, kdy bylo zapotřebí zalesnit holiny vzniklé nadměrnými těžbami v důsledku kolonizace krajiny a rozvoje hospodářství (Kantor 2014). Přelom nastal s vydáním zemských lesních řádů v letech 1754–1756, které vlastníkům ukládaly povinnost opětovně zalesnit vykáčené lesní plochy (Poleno et al. 2009).

Umělá obnova je jednou z nejdůležitějších součástí pěstování lesů. Zvolený druh dřeviny, genetický základ a kvalita sadebního materiálu nejenže spolu s kvalitou provedených prací rozhodnou o úspěchu obnovy, ale také ovlivní kvalitu porostu a plnění ostatních funkcí lesa na desítky let dopředu (Mauer 2009).

Umělou obnovu lze realizovat dvěma způsoby, a to porostní sítí nebo sadbou.

3.3.4.1 Porostní síje

Úspěch výsevu je zpravidla spojený s přípravou půdy, jelikož pro klíčení semen jsou nejvhodnější podmínky v obnažené, kypré minerální půdě. Na větších obnovovaných celcích se využívají síje rýhové či pruhové. K přípravě půdy dochází pomocí mechanických prostředků. Celoplošná obnova sítí, avšak bez přípravy půdy, se nazývá plnosíje. Využívá se hlavně k výsevu břízy za účelem vytvoření přípravného porostu. Pomístná příprava půdy se používá u tzv. miskové síje, kdy se do předem připravených plošek vkládají drobná semena. Příprava půdy není také nutná u bodové síje větších semen a plodů, jde nejčastěji o žaludy, kaštiny a ořechy, kdy dochází k vytvoření

půdního otvoru motykou. Síje probíhá na podzim a na jaře v závislosti na dřevině a možnostech přezimování osiva (Vacek et al. 2020).

Síje se v praxi používá málo, a to hlavně pro své některé nedostatky. Mezi ty řadí Mauer (2009):

- ztráty na osivu způsobené ptáky, myšovitými a zvěří,
- ztráty způsobné nevhodným hydrotermálním režimem půdy a vzduchu,
- pomalé odrůstání vlivem zabaření.

Z důvodu těchto nedostatků je síje vhodná pro druhy, které každoročně bohatě plodí jako bříza a olše nebo druhy s hypogeickým klíčením, kam se řadí třeba dub (Mauer 2009). Poleno et al. (2009) uvádějí jako přednost, že podobně jako u přirozené obnovy odpadá riziko poškození a deformace kořenového systému při výsadbě.

3.3.4.2 Výsadba

V současné době se jedná o nejběžnější způsob obnovy lesních porostů. Výsadba v podstatě probíhá přesazováním semenáčků či sazenic vypěstovaných v lesních školkách. Z toho plynou velké nároky na kvalitu kořenového systému, u kterého může po přesazení dojít k šoku. Sadební materiál můžeme dělit na krytokořený a prostokořený. Z technického hlediska lze výsadbu rozdělit na ruční nebo mechanizovanou. Základní druhy sadeb se rozlišují podle postavení vysazené sazenice vůči původnímu terénu, konkrétně na sadby vyvýšené, hlubinné a úroňové. Nejběžněji se používají sadby úroňové, u kterých není potřeba žádná úprava půdního povrchu (Mauer 2009).

Hlavními metodami ruční výsadby jsou způsoby štěrbinový a jamkový. Nejběžnějším způsobem je jamková sadba (Mauer 2009). Při té se sazenice vkládá do předem připravených, řádně prokopaných jamek tak, aby kořenový krček byl v úrovni s terénem. Důležité je pečlivé rozmístění kořenového systému. Příprava jamek se většinou provádí pomocí sekeromotyky. Jamková sadba je vhodná pro většinu stanovišť a pro všechny typy sadebního materiálu (Poleno et al. 2009). Nevýhodou této metody je, že prokopáním půdy se přeruší vztlínání spodní vody a v období sucha rostlina nemá přístup k vodě ani shora, ani zdola (Mauer 2009). Je též poměrně pracná a náročná na kvalitu provedení, tedy kvalitu pracovní síly.

Při štěrbínové sadbě se pomocí čepele sazeče vytvoří v zemi otvor o velikosti, která umožní vložení kořenového systému sadebního materiálu do půdy. Následně je štěrbina uzavřena šikmým vpichem vedle a přitlačením půdy směrem k sazenici (Poleno et al. 2009). Uplatněním štěrbínové sadby nedochází k výrazné změně půdní struktury, tím pádem není oproti jamkové sadbě narušen vodní režim půd. Další výhodou je rychlost a menší pracovní náročnost. Ovšem oproti jamkové sadbě má i nedostatky, a to nemožnost využití na všech stanovištích, například na skeletových a zamokřených půdách. Vhodná je pouze pro sazenice menších rozměrů s vertikálním uspořádáním kořenů (kulový kořen) a nedodržením správného postupu může snadno dojít k deformaci kořenového systému (Mauer 2009).

Mechanizovaná výsadba byla vyvinuta za účelem snížení nákladů a vytvoření příznivějších pracovních podmínek. V případě nepřipravených lesních pozemků je technicky velmi obtížná. Využití proto našla spíše při zalesnění nelesních půd. Mechanizovaná výsadba probíhá zpravidla pomocí sázecích stojů, ale lze využít i speciální nástavby na lesní stroje, jako je sázecí adaptér na hydraulickou ruku (Poleno et al. 2009).

Období výsadby u prostokořenného sadebního materiálu je zpravidla na jaře a v případě vhodných stanovištních podmínek a počasí lze výsadby provádět i na podzim. Přednost jarního období spočívá v zimní vláze a nízkých teplotách. Jako rizika jarní výsadby lze uvést časté periody sucha, kulminace pěstebních prací v krátkém jarním období a zvýšenou možnost výskytu klikoroha borového. Krytokořenné sazenice je možné s výjimkou mrazivých zimních měsíců vysazovat téměř celý rok (Vacek 2020). Sazenice se vysazují v takzvaném sponu, který udává rozmístění sazenic na ploše. Spony rozlišujeme čtvercové, obdélníkové a trojúhelníkové, popřípadě nepravidelné. Nejlepší využití porostního prostoru je u trojúhelníkového sponu (Kovář et al. 2013).

Poleno et al. (2009) uvádějí výhody výsadby:

- nezávislost na stavu porostu a zralosti půdy,
- nezávislost na výskytu semenného roku,
- možnost zvýšení genetické kvality porostu,
- snížení ztrát sazenic důsledkem věkového a růstového náskoku.

Mezi nevýhody lze zařadit vysokou finanční náročnost a již zmíněnou možnost šoku sazenic v důsledku poškození kořenového systému a změny prostředí (Poleno et al. 2009). Klade vysoké nároky na kvalitu prací.

3.3.5 Současný stav obnovy lesa a zalesnění na území ČR

Podle aktuální Zprávy o stavu lesa (2021) činila plocha obnovených porostů v České republice za rok 2021 49 790 ha. Z této přirozená obnova tvoří 9 111 ha. Jedná se o očekávaný vývoj vzhledem k rozsahu kůrovcové kalamity. Nárůst byl oproti roku předchozímu roku 2020 o více jak 9 000 ha. Pro představu v roce 2015, tedy na počátku kalamity, se zalesňovalo 23 545 ha. Podíl listnatých dřevin na obnově přesáhnul v roce 2021 52 %. Nejvíce využívanou dřevinou byl smrk, jehož podíl při zalesnění dosáhl téměř 30 %. Ovšem z dlouhodobého hlediska pokračuje trend snižování využití smrku ztepilého při obnově.

3.4 Zalesnění kalamitních holin

Specifikum kalamitních holin spočívá často ve velikém rozsahu a nepříznivých podmínkách panujících na otevřených plochách vytvořených náhlým rozpadem původních porostů. Jde zejména o silné výkyvy teplot, změnu proudění vzduchu, změnu povrchového ale také půdního vodního režimu, poškození terénu a intenzivní nástup buřeneš. Proto je důležité zvolit správný způsob obnovy (Kovář et al. 2013).

Umělá obnova kalamitních ploch je náročná z několika hledisek. Jednak z ekonomického hlediska ale taktéž po technické stránce, kdy je zapotřebí značné množství kvalitního sadebního materiálu a dostatečný počet kvalifikovaných pracovních kapacit (Leugner 2019). Navíc prostřednictvím umělé obnovy je vysoká pravděpodobnost vytvoření stejnověkých a stejnorodých porostů, které mohou být v budoucnu opět náchylné k rozpadu (Martiník et. al. 2016).

Z toho důvodu se nabízí uplatnění alternativních pěstebních postupů většinou ve spojení s využitím přírodních procesů. Možnosti uplatnění těchto postupů se zvýšily s účinností vyhlášky č. 456/2021 Sb. Jedním z těchto postupů je kombinovaná (umělá a přirozená) vícefázová obnova, kdy je umělá obnova zajištěna dřevinami dobře snášejícími podmínky kalamitních ploch. Pro výsadbu lze využít snížené hektarové počty. Následně lze využít přirozenou obnovu pro splnění požadovaných parametrů zajištěného porostu (ÚHÚL, VÚLHM 2021).

Dalším východiskem může být využití přirozené obnovy, která zpravidla vytváří rozrůzněné porosty s vyšší stabilitou. Nezanedbatelným přínosem přirozené obnovy je úspora nákladů na zalesnění, což může být pro některé vlastníky zásadní. Limitujícím faktorem tohoto způsobu obnovy lesa je tlak buřeně a zvěře, proto nelze na přirozenou obnovu vždy spoléhat. Na stanovištích středně bohatých a ovlivněných vodou je vhodné preferovat umělou obnovu (Leugner 2019).

Určitou kombinaci zmíněných metod obnovy lesa v tomto případě představuje neceloplošná umělá obnova, jejíž princip spočívá ve vytvoření skupin, které se uměle zalesní a v budoucnu zajistí stabilní a hospodářsky kvalitní porosty. Tyto skupiny se doporučuje vysazovat v plném hektarovém počtu. Prostor mezi jednotlivými skupinami se obvykle nezalesňuje s perspektivou přirozené obnovy (Martiník et al. 2016).

V případě nezdaru výše zmíněných postupů, ať z nedostatečné přirozené obnovy nebo potřeby doplnit kostru vytvořenou umělou obnovou, se nabízí využití poloodrostků nebo odrostků. Tento vospělý sadební materiál lze také využít pro vnášení či doplňování melioračních a zpevňujících dřevin (ÚHÚL, VÚLHM 2021), či dřevin mimořádně hospodářsky cenných.

3.5 Péče a ochrana o obnovené porosty

Cílem péče a ochrany lesa je usměrňovat vývoj lesních porostů tak, aby v co největší míře splňovaly požadavky, které jsou na lesy kladeny. V současnosti se stále více pozornosti zaměřuje na plnění ekologické a mimoprodukční funkce lesa. Přesto produkční funkce lesa zůstává pevnou a důležitou součástí lesního hospodářství. Přirozený vývoj lesních porostů je dlouhodobý a ve výsledku nemusí vést k optimálnímu stavu lesa. Pro vytvoření kvalitního stavu porostu je nutné o porost pečovat, jelikož prodej kvalitního dříví představuje hlavní, respektive výhradní zdroj financování lesního hospodářství (Poleno et al. 2009).

Jedním z hlavních faktorů ovlivňujících klíčení semen a růst semenáčků či sazenic je nežádoucí přízemní vegetace. Obecně může vegetace na obnovu působit jak pozitivně, tak negativně. Její vývoj je určen půdními podmínkami a přístupem světla do porostu. Negativní vliv buřeně se projevuje zejména při změně růstových podmínek, ke kterým může docházet v důsledku působení člověka (holoseče, nadměrné prosvětlení porostu) nebo vlivem abiotických či biotických činitelů (kalamitní holiny). Stínomilné druhy jsou

potlačeny pasečnou vegetací, která se často chová agresivně a následkem toho se značně zhorší podmínky pro obnovu lesa (Poleno et al. 2009). K pozitivním vlivům buřeně lze zařadit protierozní funkci, udržování vhodného mikroklimatu a částečnou ochranu proti biotickým činitelům. Negativní účinek mezi vegetací a obnovenou kulturou se projevuje konkurenčním bojem o světlo, vodu, živiny a prostor, proto je potlačení buřeně v některých podmínkách základem úspěchu obnovy (Zahradník et al. 2014).

Způsoby potlačování buřeně zmiňuje Zahradník et al. (2014):

- mechanické – ožínání, ošlapování, výsek křovinaté buřeně,
- chemické – aplikace vhodného prostředku v závislosti na dřevině a plevelu, většinou se používají kontaktní herbicidy.

Dlouhodobě limitujícím prvkem obnovy lesa je zvěř. Škody vznikají od nejmladších porostů až po dospívající a jejich rozsah ovlivňuje několik faktorů: úživnost prostředí, specifické nároky zvěře na potravu a početnost. Právě početnost se v posledních 100 let mnohonásobně zvedla téměř u všech druhů spárkaté zvěře. Snížení stavů spárkaté zvěře na únosné stavy je základním předpokladem úspěšné ochrany (Poleno et al. 2009). Pod největším tlakem zvěře jsou dřeviny, které mají v dané lokalitě minimální zastoupení. Problém nastává zejména při přeměnách monokultur, nejčastěji smrkových, kdy jsou smrky nahrazovány listnáči a jedlí (Průša 2001). Do doby zajištění kultury škodí zvěř okusem terminálu, bočním okusem a vytloukáním. Ve věku 20–50 let škodí zvěř loupáním a ohryzem na jehličnatých dřevinách, zejména na smrčinách (Mauer 2009).

Ochranu lze podle Polena et al. (2009) realizovat následujícími způsoby:

- mechanicky – zabráněním přístupu zvěře ke dřevinám pomocí plošného oplocení, možná je rovněž individuální ochrana pomocí oplůtků a rozsoch, mechanická ochrana terminálu,
- chemicky – aplikací repelentů odpuzujících zvěř.

Mauer (2009) zmiňuje možnost využití biologické ochrany prostřednictvím okusových dřevin, které jsou pro zvěř atraktivní a zároveň nejsou cílem hospodaření, což je ovšem v současné situaci méně relevantní.

V mladých porostech se ochrana lesa dále zabývá škodami působenými hlodavci a klikorohem borovým (*Hylobius abietis*). Proti klikorohu se nejčastěji zasahuje

povoleným insekticidem (Mauer 2009). V případě vysoké početnosti drobných hlodavců lze využít biologickou, mechanickou či chemickou ochranu. Základním prvkem ochrany by měla být ale prevence ve formě omezení či odstranění buřeně a klestu (Poleno et al. 2009).

3.6 Buk lesní

3.6.1 Popis

Buk lesní (*Fagus sylvatica*) je v České republice původní dřevina z čeledi Fagaceae (bukovité). Tento listnatý opadavý strom může dorůstat až do výšky 40 metrů a obvykle se dožívá 200-400 let. Charakteristickým znakem kmene je hladká, šedá borka. Jeho poměrně vysokou odolnost proti vyvrácení zajišťuje srdcovitý a silně rozvinutý kořenový systém (Musil, Möllerová 2005).

Buk představuje typickou dřevinu evropských lesů, na severu jeho areál zasahá po jižní okraj Švédska, na východě po úpatí Karpatského oblouku, kde na něj poté plynule navazuje buk východní (*Fagus orientalis*). Nejjižněji se přirozeně vyskytuje v oblasti jižní Itálie. Buk je poměrně citlivý na sucho a pozdní mráz. Vhodné růstové podmínky pro něj představují čerstvě vlhké, minerálně bohaté a humózní půdy. Nevyhovují mu podmáčené půdy. Buk je dřevina, která velmi dobře snáší dlouhodobé zastínění. (Musil, Möllerová 2005). Podle přirozené rekonstruované skladby by mělo být zastoupení buku v lesích na území ČR 40,2 %. V současné době je rozšířen pouze na zhruba 9,3 % z celkové porostní plochy, nicméně jeho podíl se relativně rychle zvyšuje (Zpráva o stavu lesa 2021).

V České republice se buk přirozeně vyskytuje od 2. do 7. vegetačního stupně (Vacek et al. 2018) a je hlavní dřevinou bukového vegetačního stupně, kde má rovněž produkční optimum (Poleno et al. 2009). Jeho vitalita, podíl a role v přirozené skladbě se mění v závislosti na vegetačním stupni. V nižších polohách navazuje většinou na dub zimní a ve vyšších polohách tvoří směsi s jedlí, případně smrkem, kterými je pak postupně nahrazován. Vzhledem ke schopnosti snášet zastínění je u buku značně preferovaná přirozená obnova. Jedním z hlavních aspektů úspěšné přirozené obnovy jsou intervaly mezi jednotlivými semennými roky. K těm dochází v posledních desetiletích téměř každé dva roky. Dalším důležitým faktorem úspěchu přirozené obnovy buku je načasování a intenzita rozvolnění porostu (Vacek et al. 2018).

3.6.2 Základy výchovy

Při výchově je zásadní znát a respektovat přirozené vlastnosti dřeviny. V případě buku jde pak hlavně o schopnost snášet zastínění a dobré autoregulační vlastnosti. V první řadě je důležité dbát na dostatečnou hustotu od fází nárostů či založené kultury až po mlaziny. Při prvních zásazích se uplatňuje negativní výběr do nadúrovně a úrovně. Odstraňují se především tvarově nevhodní jedinci. Síla zásahu by se měla odvíjet od kvality mlaziny, neměly by se vytvořit mezery, které by se v období mezi zásahy nezapojily a zakmenění by nemělo klesnout pod 0,9 ha. Na konci fáze mlaziny je možné uplatnit i první pozitivní výběr, a to v porostech s nedostatečným množstvím kvalitních jedinců nebo v mimořádně jakostních mlazinách s cílem podpory kvalitních korun (Poleno et al 2009).

Cílem výchovy v mlazinách by mělo být k začátku období probírek dosáhnout počtu 400 kvalitních jedinců na 1 ha, zaručujících tvorbu budoucích cenných sortimentů. Výchova mlazin se diferencuje na základě kvality do 3 tříd (třída A, B a C). Na základě této klasifikace se pak uplatňují odlišné techniky výchovy. Pro nejkvalitnější porosty třídy A se doporučuje nejvyšší pěstební intenzita s jemnými zásahy a krátkými intervaly mezi jednotlivými zásahy (Poleno et al. 2009). Podle modelů výchovy se u kvalitních porostů s výchovou začíná v horní výšce 4 metry ve věku 10-15 let. Zásahy jsou v intervalech 5-10 let, přičemž zásahů by do věku 70 let mělo proběhnout 7. U méně kvalitních porostů se s výchovou začíná ve věku 15-20 let při horní výšce 5 metrů. Délka intervalu mezi zásahy se pohybuje v rozmezí 10 až 15 let a celkově by v těchto porostech mělo proběhnout pět až šest zásahů (Slodičák, Novák 2007).

3.7 Dřeviny vhodné k zalesnění kalamitních holin

Cílem obnovy kalamitních holin by mělo být do budoucna založit stanovištně vhodné porosty, které budou při vhodně provedené výchově druhově, věkově a prostorově diferencované. Právě takové porosty jsou předpokladem vyšší ekologické odolnosti. Pro dosažení cílového stavu byla vytvořena určitá doporučení pro návrh druhové skladby na obnovovaných holinách.

Z nich lze například zmínit:

- využití přípravných dřevin,
- vyrovnaný poměr listnatých a jehličnatých dřevin – v závislosti na stanovišti,
- podíl geograficky nepůvodních dřevin max. 20 %,
- ve 3. a 4. LVS omezit pěstování smrku,
- vyšší podíl dřevin s vysokou meliorační funkcí,
- smrk a borovice lze využívat jako přípravnou dřevinu.

(ÚHÚL, VÚLHM 2021)

Využití přípravných neboli pionýrských dřevin se pozitivně projeví nejen rychlým zakrytím odlesněné plochy, ale vzhledem k rozsahu kalamitních holin jde i o značnou ekonomickou úlevu (Švéda et al. 2020). Jedná se o dřeviny, které bývaly často nežádoucí a při výchově se nekompromisně odstraňovaly, a to zejména pro jejich malé finanční zhodnocení. Jejich ekologický význam však přehlížet nelze, projevuje se například příznivým vlivem opadu na půdu.

Základními vlastnostmi pionýrských dřevin jsou:

- rychlý počáteční růst,
- snášenlivost přímého oslunění,
- nenáročnost na růstové podmínky,
- veliká osidlovací schopnost.

Jejich význam se zvyšuje na rozsáhlých kalamitních holinách, kde jejich přítomnost brání urychlené mineralizaci humusu, ztrátě živin a tyto dřeviny optimalizují vodní režim. Vzhledem k rychlejšímu růstu a krátkověkosti je působení obvykle pouze dočasné a následně ustupují cílovým dřevinám (Poleno et al. 2009).

Velmi důležitý je také již zmíněný dostatečný podíl melioračních a zpevňujících dřevin, jejichž funkce spočívá ve zvyšování ekologické stability, diverzity a plní i další celospolečenské funkce. K nim se na většině stanovišť řadí také pionýrské dřeviny. Podrázský (2005) uvádí, že při využití vhodné MZD pro daný CHS je možné docílit stejné nebo dokonce vyšší produkce a její hodnoty než u cílových dřevin.

Vymezení přípravných, melioračních a zpevňujících dřevin a jejich minimální podíly pro jednotlivé HS uvádí vyhláška 298/2018 Sb. O zpracování oblastních rozvoju lesa a vymezení hospodářských souborů (MZe vyhláška 298/2018 Sb.).

Například lze zmínit následující dřeviny (vybrány na základě výsledků šetření na zkusných plochách pro přirozené zmlazení):

- Bříza (*Betula spp.*)

Bříza je typickým pionýrským druhem, která rychle osídluje stanoviště postižené biotickými nebo abiotickými disturbancemi. V Evropě jsou nejrozšířenějšími druhy bříza bělokorá (*Betula pendula*) a bříza pýřitá (*Betula pubescens*). Břízy se běžně vyskytují na celé řadě stanovišť od Atlantského oceánu až po východní Sibiř (Hynynen et al.2010). Břízy jsou schopny růst v různých prostředích, od nížin až po hory a na půdách bohatých na živiny až po chudé. Kromě toho je schopna snášet kyselé a v určité míře vysychavé půdy nebo také prostředí s vyšší hladinou spodní vody (Dubois et al. 2020). Bříza má mnoho vlastností, které jí předurčují k přežití v extrémních podmínkách holých ploch, jako světlomilnost, schopnost odolávat drsným klimatickým podmínkám a vysoká produkce semen, ke které dochází jednou za jeden až dva roky. Nejlépe se zmlazuje na minerálních půdách, rašelinách a případně na vrstvě humusu. Z důvodu svému rychlému růstu má bříza potenciál při zalesnění lokalit postižených velkoplošným rozpadem. Přestože v prvním roce dorůstá obvykle pouze do výšky 30 cm, tak za příznivých podmínek může v následujících letech přirůstat i o více než 1 metr ročně. V šesti letech pak může dorůstat až do výšky 6 metrů (Martiník 2012). Z hlediska produktivity se zdá být bříza srovnatelná se smrkem do věku 40-50 let. Následně začne smrk břízu výrazně předrůstat. Jako krátkověká dřevina se běžně dožívá věku 100 let. Ovšem z hlediska hodnotové produkce se limitní věk pohybuje okolo 50 let (Martiník 2022).

- Topol osika (*Populus tremula*)

Topol osika je dvoudomý listnatý strom. Díky své široké ekologické valenci se přirozeně vyskytuje téměř po celé euroasijské oblasti, od Japonska na východě až po severní Afriku. Běžně se nachází na nejrůznějších podkladech, včetně vysychavých, chudých, písčitých půd, stejně jako na produktivních lužních stanovištích. Neprospívá pouze v oblastech s vysokou hladinou stagnující vody (Martiník 2022). Monokultury osiky jsou ve střední Evropě vzácností, obvykle rostou v různých formách smíšené s jinými dřevinami. To ovšem neplatí na stanovištích, která podlehla narušení,

zde osiky prokazují svojí pionýrskou strategii a rychle tyto oblasti kolonizují. Osika je stejně jako bříza považována za rychle rostoucí, světlomilnou dřevinu, která produkuje velké množství semen. Charakteristické je pro osiku vegetativní rozmnožování pomocí kořenových výmladků. Kořenové výmladky jsou schopné během prvního roku dorůst do výšky dvou metrů. Maximální čistá produkce biomasy nastává ve věku okolo 20-30 let. Po 50 roce rychlost růstu rychle upadá. Osika rovněž přispívá svými mimoprodukčními funkcemi. Podílí se na snížení rizika eroze a její opad přispívá k tvorbě velmi kvalitního humusu. Kromě toho má osika zásadní význam pro podporu biologické rozmanitosti, neboť na ní závisí řada rostlinných a živočišných druhů. Také je důležité zmínit, že z topolů vyskytujících se v ČR poskytuje nejkvalitnější dřevo, přesto byla dlouhodobě považována za plevelný druh. Zastoupení osiky na území ČR je poměrně zanedbatelné (Kusbach, Hruban 2020).

- Modřín opadavý (*Larix decidua*)

Modřín je významná jehličnatá dřevina. Je jedním z mála opadavých jehličnanů, což představuje evoluční přizpůsobení na kontinentální klima. Vyskytuje se od nížin po hory. Areál přirozeného výskytu není příliš rozsáhlý. Jedná se především o Alpy, Karpaty, jihopolské pahorkatiny a jesenické podhůří. Osidluje široké spektrum stanovišť. Dorůstá až do výšky 50 metrů a dožívá se přes 500 let (Musil, Hamerník 2003). Pro jeho charakteristické vlastnosti jej můžeme řadit mezi pionýrské dřeviny. Konkrétně jde o světlomilnost, rychlý růst a dobře se zmlazuje na odkryté minerální půdě. Často se také zmiňuje perspektiva modřínu vzhledem ke globální klimatické změně, a to hlavně pro schopnost dobře snášet kontinentální klima s nízkou vzdušnou vlhkostí, minimem srážkových úhrnů během vegetační doby a velkým počtem slunečních dní. Na druhou stranu velmi dobře odolává i nízkým teplotám. Široce rozvětvený a hluboký kořenový systém přispívá k vysoké mechanické stabilitě, tím pádem ke zvýšené odolnosti proti abiotickým vlivům. Modřín se jeví jako ideální dřevina při vytváření porostních směsí, kde na vhodných stanovištích může výrazně přispět k objemové a hodnotové produkci (Bednář 2021).

3.8 Hospodářské soubory

Hospodářské soubory jsou jednotkou diferenciací hospodaření v lesích a vyjadřují jednotku přírodních a hospodářských podmínek. Hospodářský soubor je vymezen soubory lesních typů (Štipl 1997). SLT představují základní jednotku typologického systému a jsou vymezeny na základě lesních vegetačních stupňů a edafických kategorií. Podrobnější jednotkou diferenciací růstových podmínek je pak lesní typ, který navíc popisuje typ fytoceózy (Kantor et al. 2014).

Vyjádřeny jsou dvoučíslicí, které udává přírodní podmínky stanoviště. První číslo udává výškovou polohu a nabývá hodnot: 1,2 – nižší polohy; 3,4 – střední polohy; 5,6 – vyšší polohy; 7,8 – horské polohy. Druhé číslo vymezuje ekologické řady: 1 – extrémní; 3 – kyselá; 5 – živná; 7 – oglejená; 9 – podmáčená. Uvedená lichá čísla platí pro hospodářský les. Pro lesy zvláštního určení se používají sudá čísla. Doplnující třetí číslice udává porostní typ (Kovář et al. 2013). V rámci této práce byly předmětem zájmu HS 45, HS 47 a HS 57.

- Hospodářský soubor 45

Jedná se o živná stanoviště středních poloh charakteristické většinou relativně příznivými terénními podmínkami s průměrnou až nadprůměrnou produkcí. Velmi často se tyto stanoviště vyznačují rychlým nástupem buřeně, což může být limitujícím prvkem pro využití přirozené obnovy na těchto stanovištích (Lidický et al. 2015).

- Hospodářský soubor 47

Typicky jde o stanoviště středních poloh ovlivněné vodou s obvykle průměrnou a na některých SLT i nadprůměrnou produkcí. Porosty na těchto stanovištích plní desukční funkci. Vzhledem k častému podmáčení se jedná o porosty náchylné k ohrožení větrem (Lidický et al. 2015).

- Hospodářský soubor 57

Tento hospodářský soubor zahrnuje stanoviště vyšších poloh s vlhkými oglejenými půdami. Porosty na těchto HS se vyznačují nadprůměrnou produkcí. Nejčastěji bývají lesy v těchto lokalitách ohroženy větrem a sněhem. Převažující ekologickou funkcí těchto stanovišť je funkce desukční (Lidický et al. 2015).

4 Metodika

4.1 Charakteristika LHC „Obecní lesy Zahořany“

Vlastníkem pozemků v rámci lesního hospodářského celku je obec Zahořany. LHC se nachází v Plzeňském kraji mezi městy Domažlice a Kdyně. Přidělený kód dle ÚHÚL je 316412. LHC spadá do přírodní lesní oblasti č. 6 – Západočeská pahorkatina. Nadmořská výška LHC se pohybuje od 400 do 660 m n. m. Zdejší území je odvodňováno Zahořanským potokem, který se následně vlévá do řeky Zubřiny a ta poté u Staňkova ústí do řeky Radbuzy. Z geomorfologického hlediska území spadá do tří okrsků, a to Korábská vrchovina (východní část LHC), Domažlická pahorkatina (západní část LHC) a okrajově zasahuje také Koutská vrchovina. Průměrná roční teplota LHC se pohybuje okolo 7 °C a délka vegetačního období je od 140 do 160 dnů. Podle Quittova klimatického členění patří území LHC do klimatických oblastí MT10 (západní část LHC), MT7 (střední část LHC) a MT4 (východní část LHC) (Plzeňský Lesprojekt, a.s. 2014).

Tabulka 1: Klimatické poměry LHC „Obecní lesy Zahořany“ (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs n. L. – pobočka Plzeň)

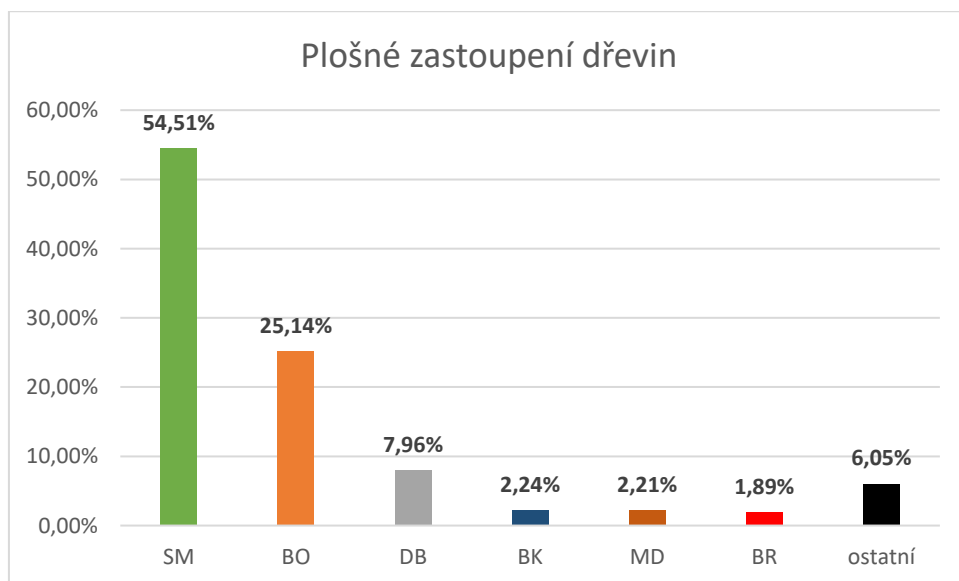
Klimatická oblast	MT4	MT7	MT10
Počet letních dnů	20-30	30-40	40-50
Počet dní s teplotou alespoň 10 °C	140-160	140-160	140-160
Počet mrazových dní	110-130	110-130	110-130
Počet lednových dní	40-50	40-50	30-40
Průměrná teplota v lednu	-2 --3	-2 --3	-2 --3
Průměrná teplota v dubnu	6-7	6-7	7-8
Průměrná teplota v červenci	16-17	16-17	17-18
Průměrná teplota v říjnu	6-7	6-7	7-8
Počet dnů se srážkami alespoň 10 mm	110-120	100-120	100-120
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350-450	400-450	400-450
Srážkový úhrn v zimním období	250-300	250-300	200-250
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60-80	60-80	50-60
Počet dnů jasných	150-160	120-160	120-150
Počet dnů zatažených	40-50	40-50	40-50

Nejvíce zastoupenými půdními typy jsou kambizemě, a to ve formě subtypů oglejených, modálních a rankerových. Území LHC zasahuje do tří lesních vegetačních stupňů (Plzeňský Lesprojekt, a.s. 2014).

Tabulka 2: Zastoupení lesních vegetačních stupňů na LHC „Obecní lesy Zahořany“ (Plzeňský Lesprojekt, a.s. 2014)

LVS	Plocha zastoupení (%)
2	6,47
3	62,17
4	31,36

Nejzastoupenějšími SLT na LHC jsou 3O (jedlobuková bučina), 3P (kyselá jedlová doubrava – vyšší stanoviště), 3S (svěží dubová bučina) a 3C (vysychavá dubová bučina). V zastoupení dřevin převažují jehličnaté dřeviny, a to zejména smrk a borovice (Plzeňský Lesprojekt, a.s. 2014).



Graf 1: Zastoupení dřevin na LHC Obecní lesy Zahořany (Plzeňský Lesprojekt, a.s. 2014)

Kromě v grafu zobrazených dřevin se na LHC vyskytují se zastoupením pod 1,5 %: OL, JV, TP, DG, AK, JD, JS, LP (Plzeňský Lesprojekt, a.s. 2014).

4.2 Popis zájmových lokalit

4.2.1 Zájmová lokalita „Hůrka“

Jedná se o komplex lesních pozemků mezi zemědělskými pozemky. Místopisní název lokality je Hůrka. Tento lesní celek se nachází asi 0,5 km západně od obce

Oprechtice na Šumavě. Na této lokalitě byla vybrána porostní skupina 2F08a. Velikost porostu je 1,92 ha. Lesní typ je 3S2 (svěží dubová bučina) a hospodářský soubor 45. Nadmořská výška se pohybuje od 500 do 550 m n. m. Dřevinná složení toho stanoviště tvořil za 100 % smrk a jako vtroušené dřeviny se zde nacházely dub, borovice a bříza. Expozice je orientovaná na severozápad (Plzeňský Lesprojekt, a.s. 2014). Tato porostní skupina se rozpadla v důsledku napadení lýkožroutem smrkovým v roce 2019. Smrk zde úplně zmizel a na ploše zbylo pouze několik borovicových a dubových výstavků. Zalesnění proběhlo v roce 2020 a současné době je porost z obnoven bukem, dubem, borovicí a smrkem.



Obrázek 1: Zájmová lokalita Hůrka

4.2.2 Zájmová lokalita „Škaniva“

Druhá zájmová lokalita se nachází v porostní skupině 2E07, jedná se převážně o rovinné, oglejené stanoviště. Místopisný název lokality je Škaniva a nachází se přibližně 1,5 km východně od obce Zahořany. Vybraná porostní skupina se rozkládá na ploše 1,11 ha. Z hlediska hospodářského souboru je stanoviště zařazeno do HS 47 a nachází se na lesní typu 3P1 (oglejená kyselá jedlová doubrava). Nadmořská výška této lokality se pohybuje okolo 450 m n. m. I v tomto porostu měl smrk 100 % v zastoupení. Jako vtroušené dřeviny se zde nacházely dub, dub červený, borovice a buk. Tento porost byl také zničen a vznikla zde holina v roce 2019 v důsledku kůrovcové kalamity (Plzeňský Lesprojekt, a.s. 2014). Porost byl obnoven v roce 2020 bukem, jedlím a smrkem.



Obrázek 2: Zájmová lokalita Škaniva

4.2.3 Zájmová lokalita „V Michovém“

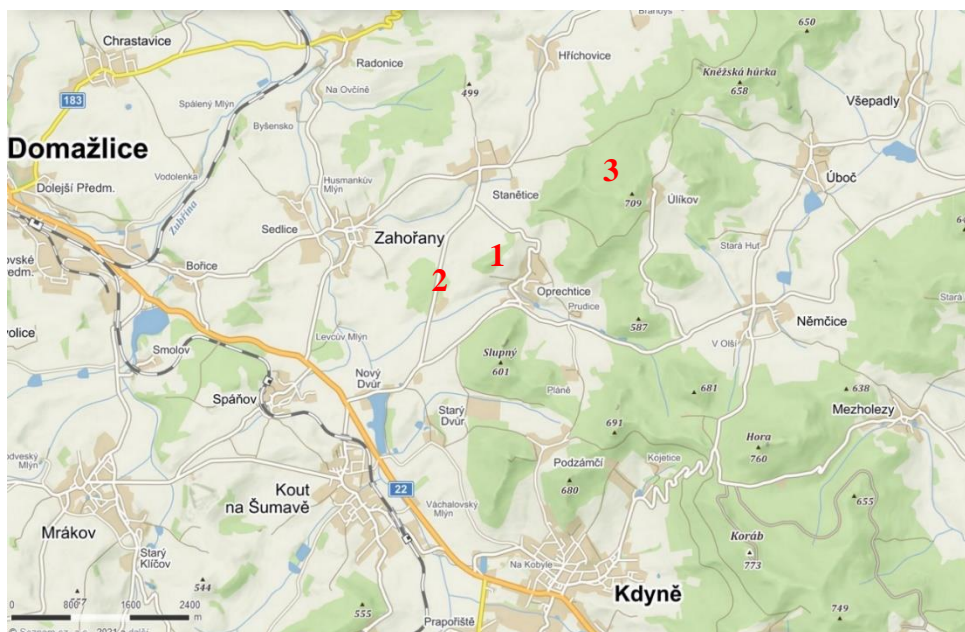
Lokalita se nachází asi 2 km severně od obce Stanětice. Místopisným názvem se zde říká V Michovém. Jedná se o porostní skupinu 5D08. Lesním typem je 5V2 (vlhká jedlová bučina) a hospodářský soubor je 57. Jde o svažitou lokalitu s orientací na západ. Nadmořská výška se pohybuje od 590 do 630 m n. m. Velikost porostní skupiny byla 0,19 ha. Dominantní zastoupení 100 % měl i zde smrk. Jako vtroušená dřevina se v porostu vyskytoval ještě modřín (Plzeňský Lesprojekt, a.s. 2014). Rozpad porostu a vznik holiny nastal i na této lokalitě v roce 2019. Zalesnění se uskutečnilo v roce 2020 bukem.



Obrázek 3: Zájmová lokalita V Michovém

4.3 Vytyčení zkusných ploch

Na jaře roku 2020 bylo založeno na výše zmíněných lokalitách (Hůrka, Škaniva a V Michovém) celkem 18 zkusných ploch v závislosti na hospodářském souboru. Konkrétně se jednalo o HS 45, HS 47 a HS 57. Zkusné plochy se lišily podle způsobu obnovy, ta byla provedena uměle nebo byla zkusná plocha ponechána přirozenému vývoji. Dále podle oplocení (oplocená x neoplocená) a podle toho, jestli probíhalo pravidelné ožínání (s ožínem x bez ožinů). Velikost zkusné plochy byla 10 x 10 m, celkem tedy 0,01 ha.



Obrázek 4: Přehledová mapa s rozmístěním zájmových kalamitních holin (1-HS 45, 2-HS 47, 3- HS 57) (www.mapy.cz)

Na jednotlivých HS byly založeny následující zkusné plochy:

1. zkusná plocha – neoplocená, bez umělé obnovy, bez ožinů a ochrany proti zvěři
2. zkusná plocha – oplocená, bez umělé obnovy a bez ožinů
3. zkusná plocha – neoplocená, s umělou obnovou, bez ožinů a bez ochrany proti zvěři
4. zkusná plocha – neoplocená, s umělou obnovou, s ožínem a bez ochrany proti zvěři
5. zkusná plocha – oplocená, s umělou obnovou, s bez ožinů
6. zkusná plocha – oplocená, s umělou obnovou a s ožínem

Založení zkusných ploch proběhlo v jarním období 2020. Zkusné plochy měly čtvercový charakter a k jejich vyznačení bylo využito pásmo a následně byly označeny

dřevěnými kulíky. Při výsadbě byl použit prostokořenný sadební materiál buku lesního (*Fagus sylvatica*). Na HS 45 byl buk vysazován v počtu 9000 ks na hektar, což představuje spon 105 x 105 cm. Na HS 47 a HS 57 byl vysázen v počtu 8000 ks na hektar při sponu 110 x 110 cm. Výsadba proběhla pomocí jamkové sadby do jamky o rozměrech 25 x 25 cm.

4.4 Měření dat

V rámci práce byl na zkusných plochách vyhodnocován výškový a tloušťkový přírůst (tloušťkový pouze u umělé obnovy), nezdar zalesnění, vliv buřeně a zvěře. Výška sazenic buku a přirozené obnovy se měřila s přesností na 1 cm a tloušťka kořenového krčku s přesností na 1 mm. První měření proběhlo ihned po výsadbě na jaře 2020 a byl poznamenám postup měření v rámci sponu tak, aby se pokaždé měřily stejné sazenice. Zkusné plochy zaměřené na přirozenou obnovu byly po vyznačení prohledány a v případě, již vyskytujícího se zmlazení, došlo k jeho zaznamenání. Druhé měření umělé obnovy proběhlo na podzim 2020, kdy byla opět změřena výška a tloušťka kořenového krčku, nezdar zalesnění a na neoplocených plochách počty sazenic poškozené zvěří. U přirozené obnovy se zaznamenávala výška a druh dřeviny. Na podzim 2022, tedy po třech vegetačních obdobích, proběhlo opětovné přeměření zkusných ploch. Opět byla u umělé obnovy zaznamenávána výška, tloušťka kořenového krčku, nezdar zalesnění, počty sazenic na neoplocených zkusných plochách poškozené zvěří a u přirozené obnovy výška a druh dřeviny.

Pro měření výšek se využíval při prvních měřeních výsuvný metr a při měření po třech letech z důvodu již značných výšek, zejména u přirozené obnovy, geodetická lať. Tloušťka kořenového krčku se měřila pomocí posuvného měřítka. Výsledky se zaznamenávaly do předem připraveného formuláře.

Na zkusných plochách bez ožinu pro vyhodnocení vlivu buřeně neprobíhalo v průběhu výzkumu žádné ožínání. Naopak na plochách s ožinem probíhala likvidace nežádoucí vegetace dvakrát do roka. Obvykle v červnu a pak v průběhu srpna. Ožínání bylo prováděno pomocí křovinořezu. Na plochách bez ožinu byla sestavena stupnice míry zabuřnění a jednotlivé stupně byly:

- bez zabuřnění – zabuřnění žádné či pouze ojedinělé,
- slabé – pomístné zabuřnění bez negativního vlivu na obnovu,
- mírné – zabuřnění plošné, které ale výrazně neovlivňuje odrůstání obnovy nebo pomístné které ovlivňuje obnovu pouze na některých částech

- silné – plošné zabaření, které ovlivňuje všechny sazenice na zkusné ploše
- velmi silné – extrémní plošné i výškové zabaření zkusné plochy

Na zkusných plochách zaměřených na přirozenou obnovu se ožínání neprovádělo.

4.5 Zpracování dat

Vyhodnocení a zpracování získaných dat z terénního měření proběhlo pomocí programů Microsoft Word a Microsoft Excel. Statistické zhodnocení bylo provedeno v softwaru R.

- Výškový a tloušťkový přírůst

Získaná data byla přepsána do připravené tabulky v Microsoft Excelu, ve kterém byly rovněž vytvořeny tabulky a grafy přírůstů. Statistické vyhodnocení proběhlo v softwaru R, ve kterém byly vytvořeny krabicové grafy zjištěných výšek a tloušťek po třech vegetačních obdobích. Pro základní statistické zhodnocení výběru byla využita funkce summary. Pro ověření, jestli je mezi jednotlivými zkusnými plochami statisticky významný rozdíl ve výškovém nebo tloušťkovém přírůstu, byl na základě Bartlettova testu shodnosti rozptylů využit Kruskal-Wallisův test. Pro zjištění rozdílu mezi konkrétními zkusnými plochami se použil Wilcoxonův párový test.

- Vliv buření

Hodnocení vlivu buření na odrůstání umělé obnovy probíhalo na základě porovnání dosažených přírůstů na plochách s ožinem a bez ožinu. Vždy se porovnávala plocha s ožínáním proti ploše bez ožínání v rámci každého hospodářského souboru. K tomu byl využit Welchův dvouvýběrový t-test. Dále se také vyhodnotil vliv buření na nezdar zalesnění porovnáním úspěšnosti obnovy mezi zkusnými plochami.

- Vliv zvěře

Vliv zvěře byl vyhodnocen počtem poškozených sazenic, porovnáním přírůstových hodnot a také porovnáním nezdarů zalesnění na oplocených a neoplocených plochách. Vyhodnocení probíhalo pomocí již zmíněných funkcí v Microsoft Excelu a software R.

- Nezdar zalesnění

Úspěšnost obnovy byla hodnocena na základě porovnání procentuální ujímavosti na jednotlivých zkusných plochách. Srovnání probíhalo po prvním vegetačním období

a po třech vegetačních obdobích pro zjištění, jestli se mortalita v průběhu tří let od založení zkusné plochy mění.

- Potenciál přirozené obnovy

U přirozené obnovy se vyhodnocovala početnost, zastoupení a výšky, kterých nabývaly jednotlivé náletové dřeviny. Proběhlo také srovnání, jak se tyto sledované znaky vyvíjely v průběhu let. Byl tedy srovnán stav na každé ploše po prvním vegetačním období a pak následně po dalších dvou.

- Ekonomické zhodnocení

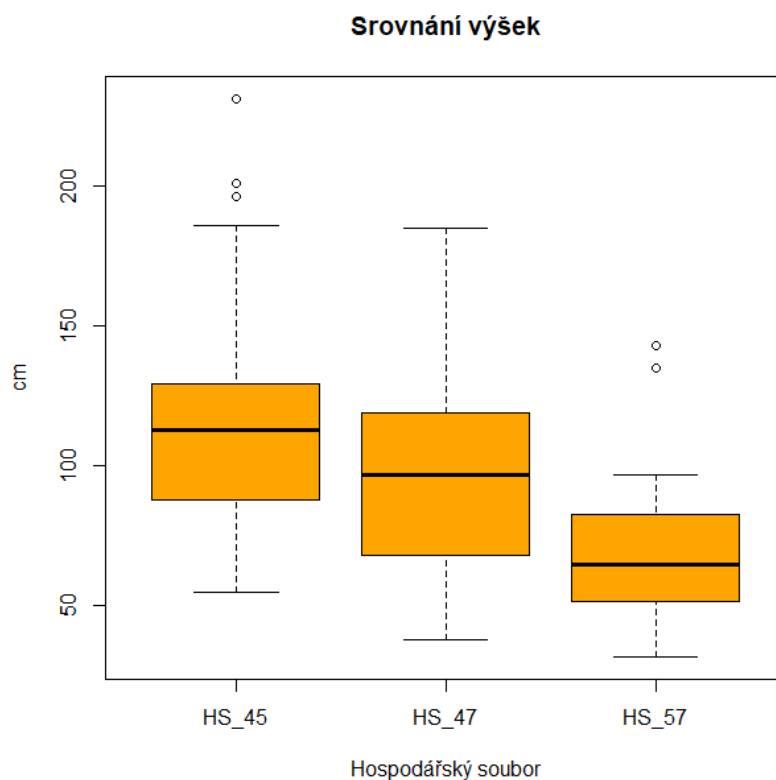
Vyhodnocení ekonomické náročnosti proběhlo podle typu managementu zkusných ploch, kterých bylo v rámci práce šest typů. V rámci hospodářských souborů se náklady na obnovu lišily pouze v závislosti na rozdílném hektarovém počtu buku u umělé obnovy. Buk byl na HS 45 vysazován v počtu 9000 ks/ha a na HS 47 a 8000 ks/ha na HS 57. Tyto rozdílné počty byly v rámci výsledků zohledněny. Použité ceny byly na LHC „Obecní lesy Zahořany“ obvyklé v podzimním termínu roku 2022. Ve výpočtu se zohledňoval ožin, který probíhal na plochách k tomu určených dvakrát do roka po dobu tří let. Náklady na zkusnou plochu byly poté přepočteny na hektar. Jelikož se jednalo o čtvercové zkusné plochy, tak u přepočtu oplocení byla využita plocha 100x100 m, tedy výsledně 1 ha při obvodu oplocení 400 m.

5 Výsledky

5.1 Porovnání přírůstových hodnot umělé obnovy v rámci jednotlivých HS

5.1.1 Výškový přírůst

V rámci práce byla porovnávána výška buku lesního dosažená na jednotlivých hospodářských souborech (HS 45, HS 47 a HS 57) za tři vegetační období. Na oplocených plochách s ožinem bylo hodnoceno 77 sazenic na HS 45, 84 sazenic na HS 47 a 80 sazenic na HS 57. Jedná se o počty vysazené na zkusných plochách v jarním období roku 2020.



HS_45 - hospodářský soubor 45; HS_47 – hospodářský soubor 47; HS_57 – hospodářský soubor 57

Graf 2: Srovnání výšek na jednotlivých zkusných plochách s oplocením a ožinem

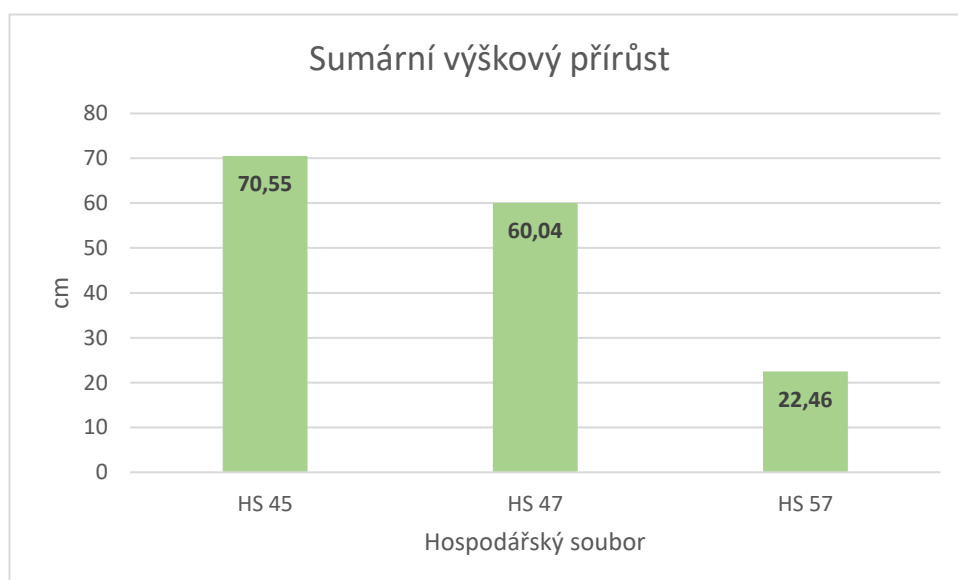
Z grafu je patrné, že nejlépe sazenice buku odrůstaly na HS 45, kde střední hodnota výšek činí 113 cm a polovina výšek se pohybuje v rozmezí 88 cm až 130 cm. Průměrná výška na HS 45 byla 114,57 cm. Na tomto hospodářském souboru byla také zjištěna nejvyšší naměřená hodnota 231 cm. Na HS 47 dosahují maximální naměřené

výškové hodnoty obdobných hodnot jako u HS 45, ale vyznačují se větší rozkolísaností. Střední hodnota se rovná 96,45 cm a aritmetický průměr je 95,70 cm. V rozmezí 69 cm až 119 cm se nachází 50 % hodnot. Nejnižší výškové hodnoty byly zjištěny na HS 57, kde střední hodnota dosahuje hodnoty pouze 65 cm a průměrná výška je zde 68,31 cm, což je ale do značné míry způsobeno tím, že zde došlo k poškození oplocení a část sazenic byla poškozena zvěří.

Tabulka 3: Tabulka průměrných výškových přírůstů na oplocených plochách s ožinem (v cm)

	Průměrná výška (jaro 2020)	Průměrná výška (podzim 2022)	Přírůst	Průměrný roční přírůst za tři vegetační období
HS 45	44,02	114,57	70,55	23,52
HS 47	35,66	95,70	60,04	20,01
HS 57	45,85	68,31	22,46	7,49

Tabulka 3 zobrazuje průměrné přírůsty podle hospodářských souborů. Výpočet vychází z průměrné výšky při založení zkusných ploch v porovnání s průměrnou výškou po třech vegetačních obdobích. Jedná se v podstatě o potvrzení předchozího grafu rozložení naměřených výšek. Průměrný roční přírůst na HS 45 byl 23,52 cm. Na HS činil 20,01 cm a na HS 57 dosahoval 7,49 cm.



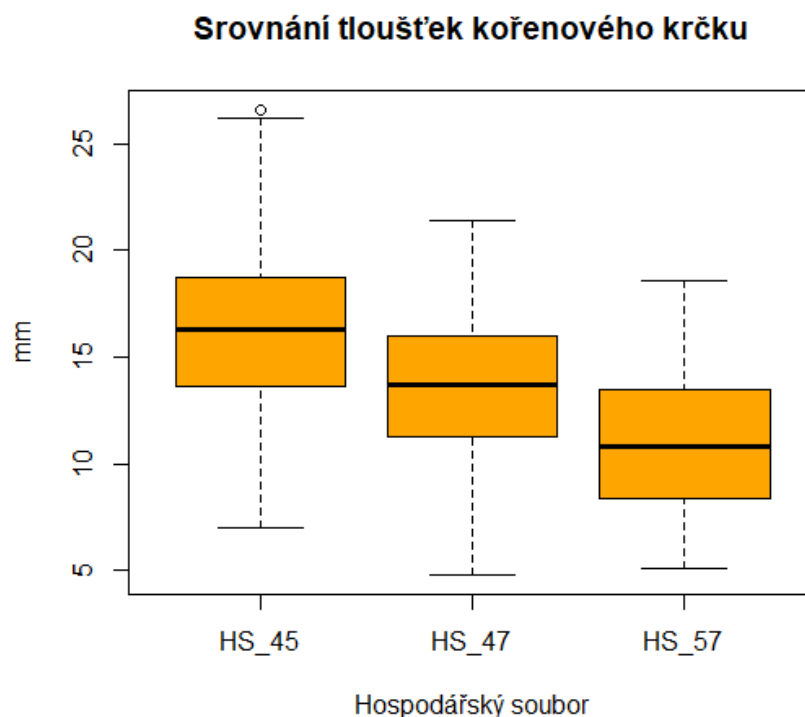
Graf 3: Sumární výškový přírůst za 3 vegetační období

Následně bylo otázkou, jestli je mezi jednotlivými hospodářskými soubory z hlediska výškového růstu statisticky významný rozdíl. Na základě Bartlettova testu

shodnosti rozptylů byl použit Kruskal-Wallisův test, který prokázal, že stanoviště má vliv na výškový růst. Konkrétní rozdíly mezi jednotlivými stanovišti prokázal Wilcoxonův párový test. Výsledky ukazují statistické rozdíly mezi všemi hospodářskými soubory. Nejmenší odchylka byla mezi HS 45 a HS 47. HS 57 se od zmíněných hospodářských souborů lišil výrazně, což bylo ale také velmi pravděpodobně způsobeno již zmíněným okusem, a tím pádem snížením výšek na zkusné ploše.

5.1.2 Tloušťkový přírůst kořenového krčku

Obdobně jako u výšek proběhlo porovnání tloušťkového přírůstu kořenového krčku v rámci rozdílných hospodářských souborů. Měření probíhalo na stejných zkusných plochách a sazenicích jako v případě výškového přírůstu (oplocené s ožinem), proto je rok založení a množství měřených sazenic shodné.



HS_45 - hospodářský soubor 45; HS_47 – hospodářský soubor 47; HS_57 – hospodářský soubor 57

Graf 4: Srovnání tlouštěk kořenového krčku v závislosti na HS

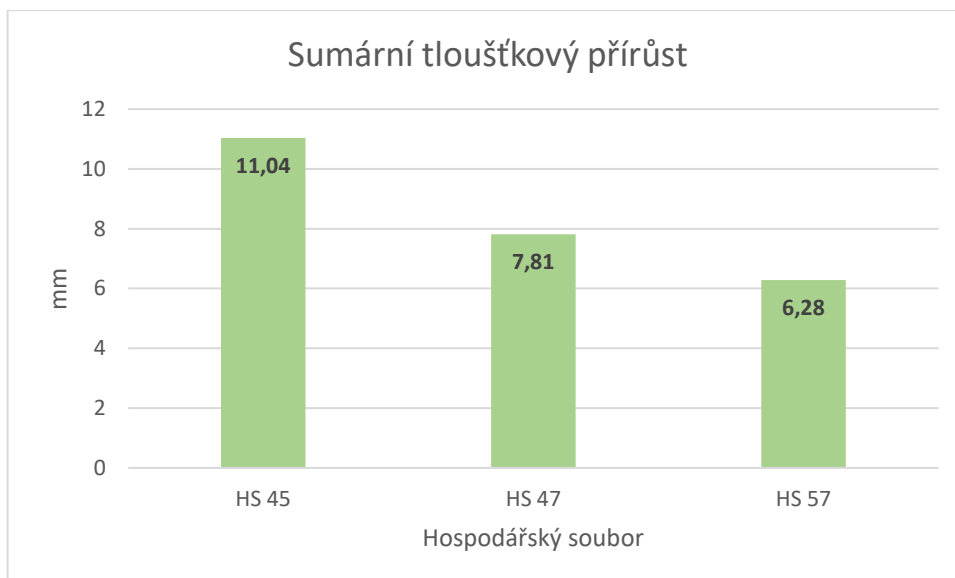
Z krabicového grafu je možné vypočítat podobnost s grafem rozložení výšek. Očekávaně největší tloušťkové hodnoty byly zjištěny na HS 45, kde byla naměřená střední hodnota 16,30 mm a téměř shodné hodnoty 16,36 mm nabýval také aritmetický

průměr. Tloušťky krčku se pohybovaly v poměrně širokém rozpětí. Nejmenší zjištěná hodnota byla 7,00 mm a nejvyšší byla 26,60 mm. Ovšem 50 % naměřených hodnot se nachází v rozmezí 13,65 mm až 18,70 mm. Široké rozpětí zjištěných hodnot bylo také na HS 47, kde tloušťky kořenového krčku nabývají hodnot od 4,80 mm do 21,40 mm. Medián je v tomto případě 13,70 mm a průměrná tloušťka 13,52 mm. Z grafu je zřejmé, že 50 % tlouštěk se nachází v rozmezí 11,30 mm až 15,95 mm. Z porovnávaných hospodářských souborů byly nejmenší tloušťky zjištěny, obdobně jako u výšek, na HS 57. U kořenového krčku není pokles tloušťky oproti zbylým HS tak výrazný, jako u naměřených výšek, a to pravděpodobně z již výše zmíněného důvodu poškození okusem, který se projevil značně na výškovém přírůstu. Hodnoty kořenového krčku dosahují hodnot od 5,10 mm až 18,60 mm. Střední hodnota se rovná 10,85 mm a průměrná tloušťka je 10,97 mm. Z krabicových grafů je patrné, že na všech stanovištích se nachází jedinci z extrémně nízkou tloušťkou kořenového krčku. Jedná většinou o sazenice, které neodpovídaly dané normě již při výsadbě, živořící, špatně přežívající či poškozené při ožinu.

Tabulka 4: Průměrné přírůsty kořenového krčku na oplocených zkusných plochách (v mm)

	Průměrná tloušťka (jaro 2020)	Průměrná tloušťka (podzim 2022)	Přírůst	Průměrný roční přírůst za tři vegetační období
HS 45	5,32	16,36	11,04	3,68
HS 47	5,71	13,52	7,81	2,60
HS 57	4,69	10,97	6,28	2,09

Tabulka 4 zobrazuje přírůsty kořenového krčku v závislosti na hospodářském souboru. Hodnoty odpovídají předchozím výsledkům. Potvrdil se největší přírůst tloušťky kořenového krčku na stanovišti HS 45, a to konkrétně 11,04 mm za 3 vegetační období, což představuje průměrný roční přírůst 3,68 mm. Druhý nejvyšší přírůst tloušťkový přírůst byl zaznamenán na HS 47, kde kořenové krčky v průměru přirostly o 7,81 mm za 3 vegetační období. V přepočtu na rok jde o průměrný roční přírůst 2,60 mm. Na HS 57 byl přírůst nejnižší, dosahoval hodnoty 6,28 mm za 3 vegetační období, což představuje průměrný roční přírůst 2,09 mm. Stejně jako z grafu rozložení výšek (graf 1) je zřejmé, že rozdíl v přírůstu kořenového krčku mezi HS 57 a zbylými HS není tak veliký jako u zjištěných výšek.



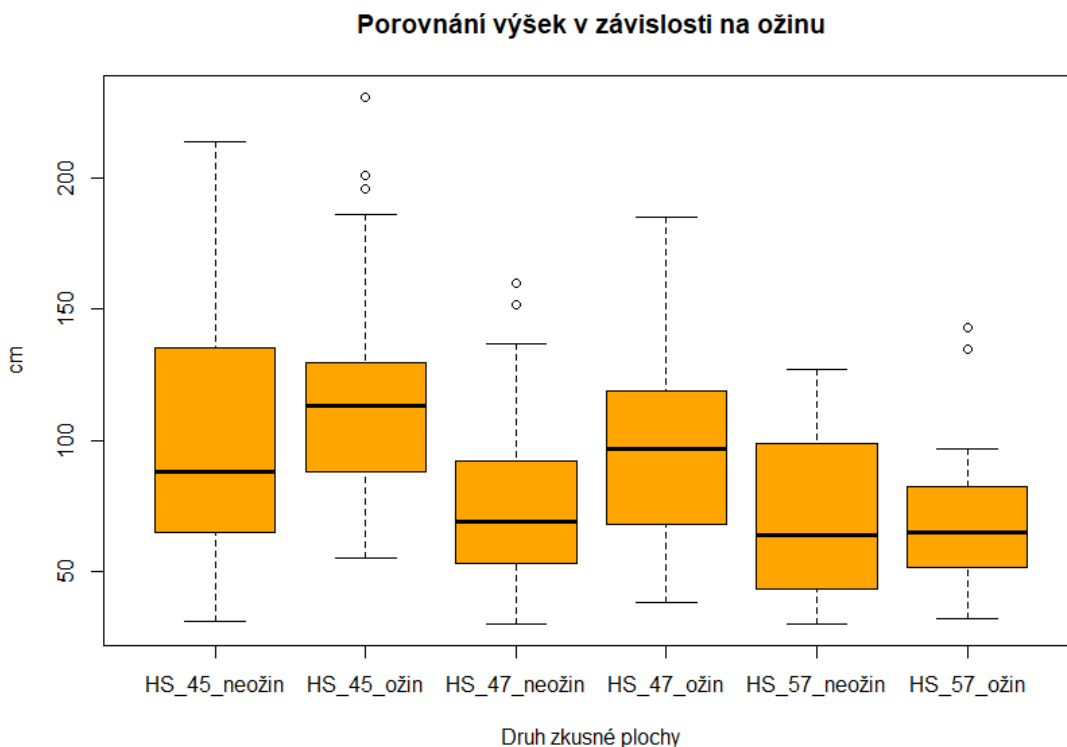
Graf 5: Sumární přírůst kořenového krčku za 3 vegetační období

Na základě statistického testování, je možné potvrdit, že mezi jednotlivými stanovišti je z hlediska dosažených tlouštěk za 3 vegetační období významný rozdíl. Opět byla otestována shodnost rozptylů pomocí Bartlettova testu. Poté byl použit Kruskal-Wallisův test, který jasně prokázal, že stanoviště dle hospodářského souboru má vliv na tloušťkový přírůst. Pro zjištění, mezi jakými stanovišti je největší rozdíl, byl použit Wilcoxonův párový test. Největší rozdíl byl potvrzen mezi hospodářskými soubory HS 45 a HS 57.

5.2 Vliv buřeně

Vliv nežádoucí vegetace byl pozorován na zkusných plochách ponechaných bez ožinu. Tyto plochy byly na každém hospodářském souboru dvě, oplocená a neoplocená. Vzhledem k vysokému počtu poškozených sazenic zvěří byly pro zjištění vlivu na výškový a tloušťkový přírůst byly využity oplocené plochy. Na neoplocených plochách bude v následujících částech této práce vyhodnocen vliv buřeně na výši škod způsobených zvěří.

5.2.1 Výškový přírůst



neožin – plochy ponechané bez ožinu; ožin – plochy pravidelně ožínané

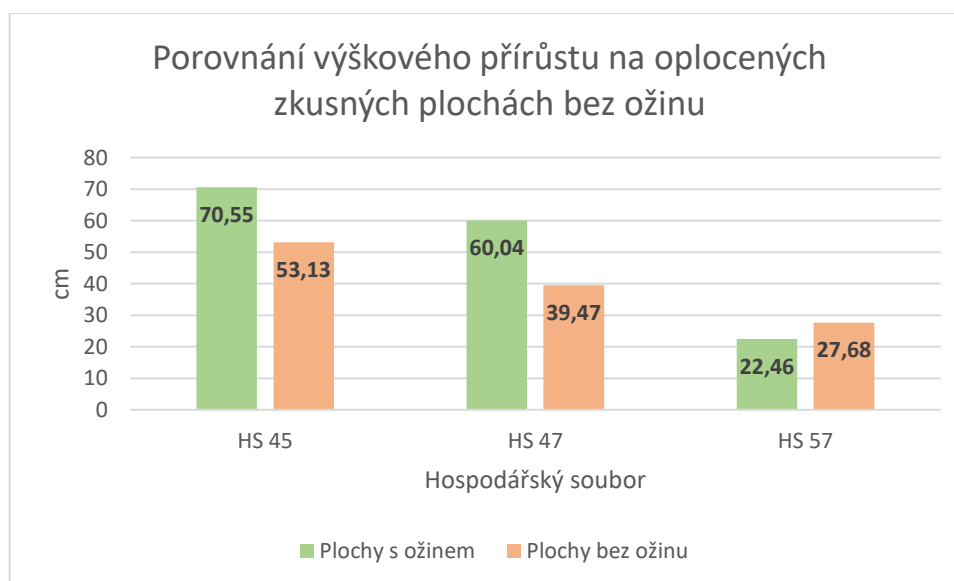
Graf 6: Graf porovnání výšek v závislosti na ožinu a hospodářském souboru, plochy definované hospodářským souborem a následně způsobem managementu

Z krabicového grafu je patrné, že u výšek sazenic naměřených na zkusných plochách s ožinem a bez ožinu se rozdíly vyskytují, a to zejména na HS 45 a HS 47. Na HS 45 se výšky na zkusné ploše bez ožinu vyznačují mnohem větší rozkolísaností. Výrazný rozdíl lze pozorovat na střední hodnotě a aritmetickém průměru. Kdy medián je 88 cm a průměrná výška plochy 100,22 cm. Což je oproti již zmíněným hodnotám na ploše s ožinem značný pokles (medián 113 cm a aritmetický průměr 114,57 cm). Výšky naměřené na zkusné ploše bez ožinu HS 47 se nevyznačují takovou rozkolísaností jako v případě HS 45, ale i zde je zřejmý pokles průměrné výšky. Medián je 69 cm a průměrná výška plochy dosahuje 75,26 cm (oproti střední hodnotě 96,45 cm a průměru 95,70 cm). Nejmenší rozdíl mezi zkusnými plochami s ožinem a bez ožinu byl zjištěn na HS 57, což způsobuje pravděpodobně nízké zabuření zkusné plochy (tabulka 5). Svůj vliv zde jistě sehrálo již zmíněné poškození zvěří, které se projevilo zejména na výškovém přírůstu zkusné plochy s ožinem a částečně také i na ploše bez ožinu.

Tabulka 5: Porovnání úrovně zabařenění na jednotlivých zkusných plochách

Management plochy/Hospodářský soubor	HS 45	HS 47	HS 57
Oplocená zkusná plocha (umělá obnova)	silné	silné	mírné
Neoplocená zkusná plocha (umělá obnova)	velmi silné	mírné	slabé
Oplocená zkusná plocha (přirozená obnova)	silné	silné	mírné
Neoplocená zkusná plocha (přirozená obnova)	silné	silné	mírné

Tabulka znázorňuje porovnání úrovně zabařenění na zkusných plochách bez ožinu. K největšímu rozvoji nežádoucí vegetace došlo na HS 45, dominoval zde bez červený (*Sambucus racemosa*) a ostružiník (*Rubus spp.*). Na HS 47 bylo také zaznamenáno mírné až silné zabařenění a objevila se zde sítina rozkladitá (*Juncus effusus*) a opět bez. Ten nacházel na všech lokalitách včetně HS 57. V místech, kde se silně rozvinul, vytvářel souvislou keřovitou vrstvu kompletně zakrývající půdu i obnovu.

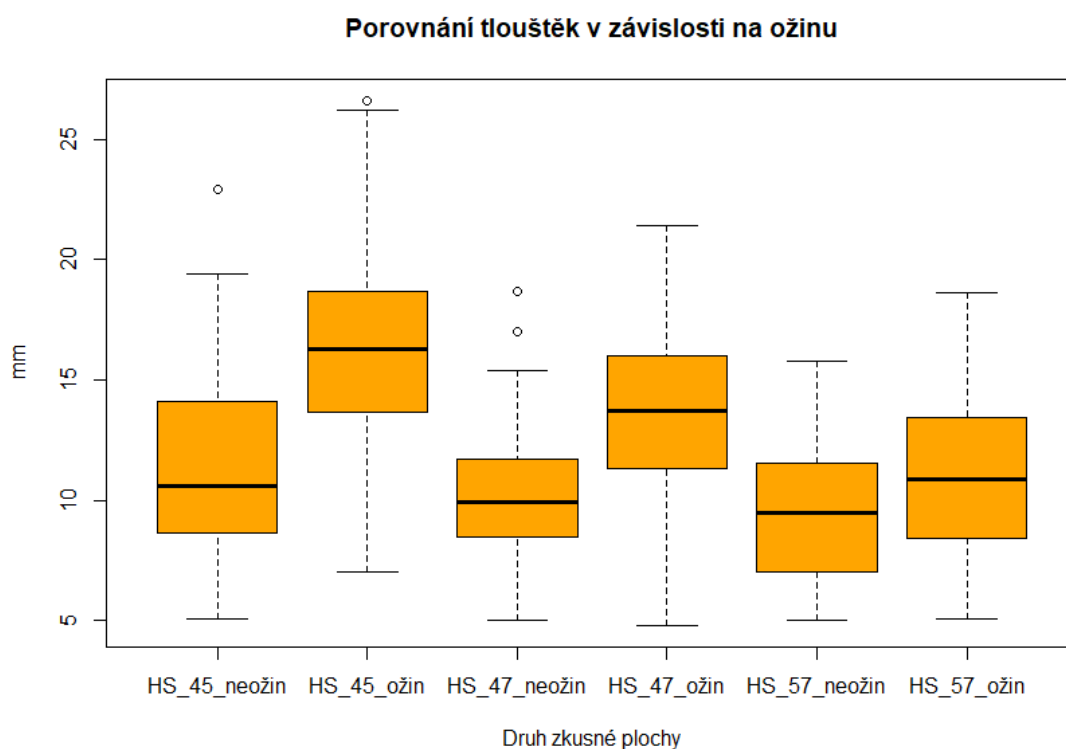


Graf 7: Porovnání přírůstu za 3 vegetační období na zkusných plochách s ožinem a bez ožinu v rámci jednotlivých HS

Z porovnání přírůstu za 3 vegetační období vyplývá viditelný rozdíl ve výškovém přírůstu na HS 45 a HS 47. Největší rozdíl byl zaznamenán na HS 47, kde přírůst klesl o 34 %. Na HS 45 se přírůst poklesl o 25 %. Tyto výsledky odpovídají předchozímu grafu č. 5, kde byly na plochách bez ožinu naměřeny nižší výšky. Jedinou výjimkou byl HS 57, který i z hlediska výškového přírůstu dosahoval nižších hodnot na plochách s ožinem.

Pro ověření, je-li rozdíl ve výškovém růstu na plochách s ožinem a bez ožinu významně rozdílný, proběhlo statistické otestování v rámci hodnocených hospodářských souborů. K otestování shodnosti rozptylů, pro následné využití dvouvýběrového t-testu, byl využit Fisherův F-test. Ten u všech tří hospodářských souborů potvrdil možnost využití dvouvýběrového t-testu. Konkrétně byl použit Welchův test. Při porovnání výsledků z HS 45 vyšla p-hodnota 0,05399, což na hladině významnosti 0,05 znamená, že výšky na zkusných plochách s ožinem a bez ožinu se výrazně neliší. Naopak na HS 47 byla na hladině významnosti 0,05, p-hodnota 0,0004711. To znamená, že na HS 47 lze tvrdit, že buřň má na výškový přírůst negativní vliv. Na HS 57 rovněž jako u HS 45 nebyl zjištěn významný rozdíl mezi výškami na plochách v závislosti na ožinání, což odpovídá předpokladům vycházejících z předchozích grafů a tabulek.

5.2.2 Tloušťkový přírůst kořenového krčku

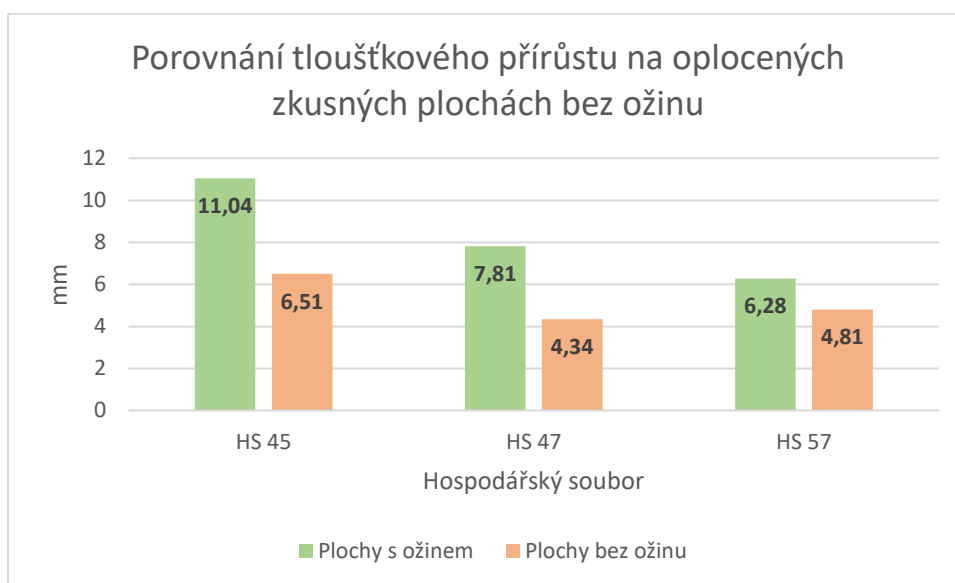


neožin – plochy ponechané bez ožinu; ožin – plochy pravidelně ožinané

Graf 8: Graf porovnání tlouštěk kořenového krčku v závislosti na ožinu a hospodářském souboru, plochy definované hospodářským souborem a následně způsobem managementu

Krabicový graf rozdělení tlouštěk kořenového krčku na první pohled ukazuje větší diferenciaci mezi zkusnými plochami s ožinem a bez ožinu. Na všech hospodářských souborech bylo dosaženo vyšších hodnot na plochách, kde pravidelně probíhal ožin.

Největší rozdíl byl zjištěn na HS 45, kde byl medián na ploše s bez ožinu 10,60 mm, zatímco na ploše s ožinem byl 16,30 mm. Podobný pokles lze najít i u aritmetického průměru, který činil 11,64 mm na ploše bez ožinu oproti 16,36 mm na ploše s ožinem. Rozdíl je také patrný u rozložení zjištěných tloušťek, kdy se jich 50 % nachází na ploše bez ožinu v rozmezí 8,65 mm až 14,10 mm. Oproti tomu na ploše s ožinem se 50 % naměřených tloušťek pohybovalo mezi 13,65 mm až 18,70 mm. Podobný vliv měla nežádoucí vegetace na HS 47, kde byl zjištěn na ploše bez ožinu pokles přibližně o 3 mm u střední hodnoty i aritmetického průměru. Konkrétně medián nabýval hodnoty 9,90 mm a průměr činil 10,32 mm na plochách bez ožinu. Opět i u rozložení tloušťek byl značný rozdíl, kdy na ploše bez ožinu se 50 % zjištěných tloušťek nacházelo mezi 8,50 mm až 11,70 mm, proti ploše s ožinem, kde většina tloušťek nabývala hodnot od 11,30 mm do 15,95 mm. Nejmenší vliv na tloušťkový růst kořenového krčku měla buřeň na HS 57, o čemž vypovídá i pohled na krabicové grafy a jejich podobnost. Odpovídá tomu také mírné zabuřnění tohoto stanoviště (tabulka 5). Na HS 57 se hodnoty mediánu a aritmetického průměru snížily na ploše bez ožinu přibližně o 1,30 mm oproti ploše s ožinem.



Graf 9: Porovnání přírůstu tloušťky kořenového krčku za 3 vegetační období na zkusných plochách s oplocením a bez ožinu v rámci jednotlivých HS

Graf přírůstu tloušťky kořenového krčku výstižně ukazuje na vliv buřeneš na tloušťkový přírůst sazenic. Nejvíce se projevil na HS 45, kde byl přírůst o 41 % nižší, a HS 47, kde byl pokles o 44 %. Na HS 57 byl vzhledem k mírnému zabuřnění pokles pouze 23 %.

I u tloušťkového přírůstu proběhlo statistické ověření mezi zkusnými plochami s ožinem a bez ožinu v rámci jednotlivých hospodářských souborů. Pro otestování shodnosti rozptylů byl i tentokrát využit Fisherův F-test. Porovnání zkusných ploch s ožinem a bez ožinu vždy v rámci příslušného hospodářského souboru bylo provedeno pomocí Welschova dvouvýběrového t-testu. V případě HS 45, na zvolené hladině významnosti 0,05, vyšla p-hodnota $5,446 \cdot 10^{-9}$ a u HS 47 $1,1223 \cdot 10^{-8}$. Obě tyto hodnoty naznačují, že buřen má zásadní vliv na přírůst kořenového krčku na zmíněných hospodářských souborech. Na HS 57 byla p-hodnota 0,05741, tedy vyšší než hladina významnosti 0,05, tudíž na tomto stanovišti nelze potvrdit, že by buřen měla na tloušťkový přírůst významný vliv.

Tabulka 6: Shrnující procentuální srovnání rozdílů přírůstů v rámci jednotlivých hospodářských souborů

HS	Druh zkusné plochy	Výškový přírůst (cm)	Tloušťkový přírůst (mm)
HS 45	S ožinem	70,55	11,04
	Bez ožinu	53,13	6,51
	Rozdíl (%)	24,69	41,03
HS 47	S ožinem	60,04	7,81
	Bez ožinu	39,47	4,34
	Rozdíl (%)	34,26	44,43
HS 57	S ožinem	22,46	6,28
	Bez ožinu	27,68	4,81
	Rozdíl (%)	-23,24	23,41

Vliv nežádoucí vegetace se jak na výškový, tak tloušťkový přírůst projevil v závislosti na stanovišti a stupni zabařenění různě. Nejvíce buřen umělou obnovu limitovala na HS 47 a HS 45. Z výsledků také vyplývá, že o něco víc negativně působí na tloušťkový přírůst kořenového krčku. To se pravděpodobně děje v důsledku snahy sazenic předrůst buřen a zbavit se negativního vlivu vegetace.

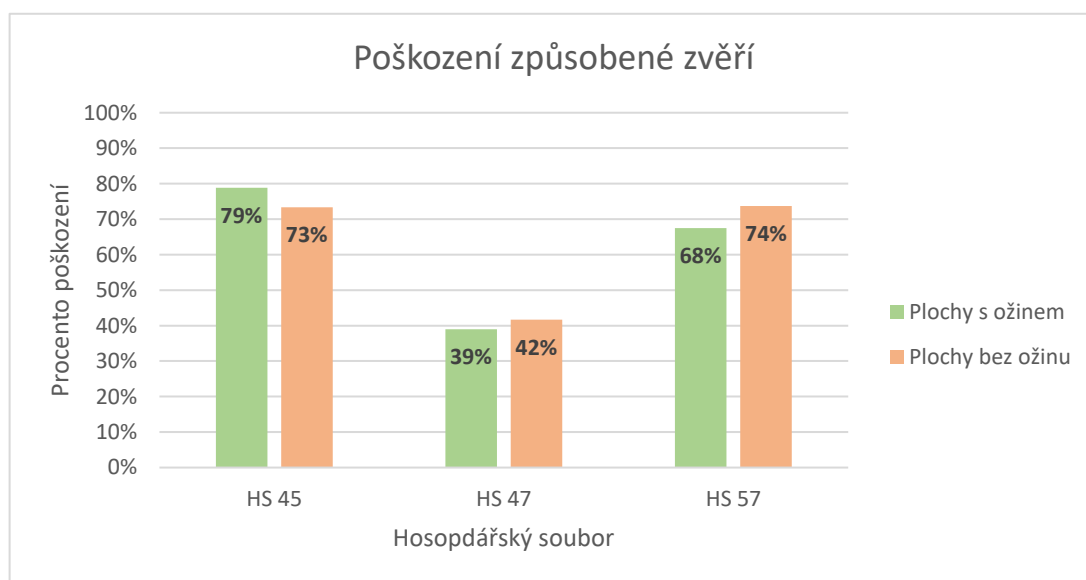
5.3 Vliv zvěře

Vliv zvěře na uměle založené kultury byl pozorován na neoplocených zkusných plochách. V rámci každého hospodářského souboru byly vytyčeny dvě zkusné plochy, s ožinem a bez ožinu. Po prvním roce od založení byl pozorován počet poškozených

sazenic na zkusných plochách. Následně po třech vegetačních obdobích byl vyhodnocen vliv zvěře na výškový přírůst, tloušťkový přírůst kořenového krčku a vliv na nezdar zalesnění. Porovnání proběhlo jednak mezi oplocenými a neoplocenými zkusnými plochami, ale také mezi neoplocenými plochami s ožinem a bez ožinu. To mělo za cíl zjistit vliv buřeně na míru poškození.

Na neoplocené zkusné ploše s ožinem HS 45 bylo měřeno 90 sazenic a na ploše bez ožinu rovněž 90 sazenic. Na HS 47 probíhalo vyhodnocení na 77 sazenic u plochy s ožinem a 72 sazenic bylo měřeno na ploše bez ožinu. Na HS 57 bylo měřeno shodně 80 sazenic na ploše s ožinem i bez ožinu.

5.3.1 Podíl poškozených sazenic po jednom roce od výsadby



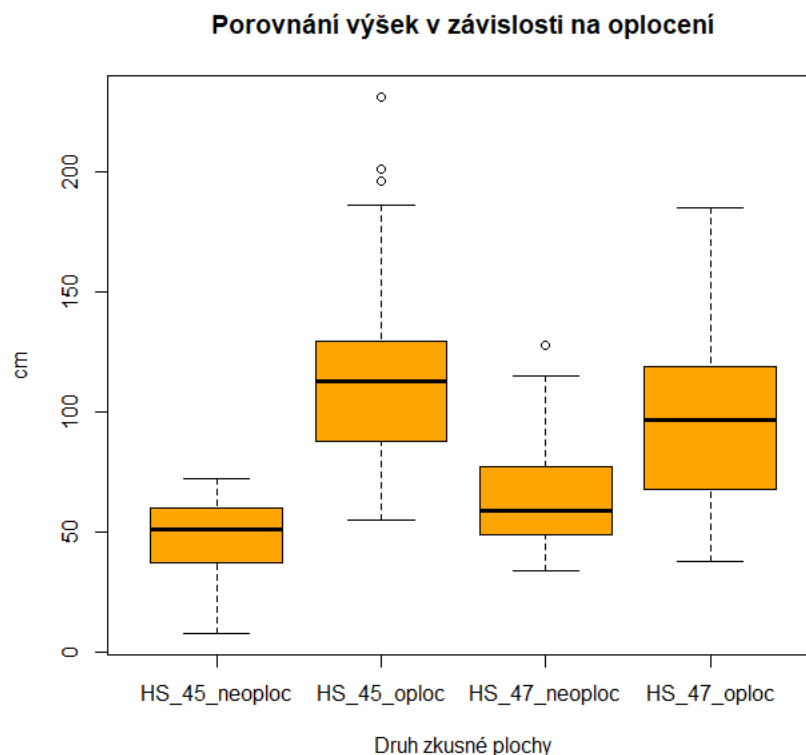
Graf 10: Procentuální poškození sazenic po prvním roce po výsadbě

Na grafu můžeme pozorovat vysoký stupeň poškození okusem nově založené kultury. Ke značnému poškození došlo zejména na HS 45 a HS 57. Jedná se o stanoviště s vysokou koncentrací zvěře, zejména dančí. Na žádné lokalitě se na stupni poškození neprojevil výrazný rozdíl ve způsobu managementu plochy. Ten byl největší na HS 57, kde bylo na ploše bez ožinu poškozeno o 6 % víc sazenic. Zde je ale zapotřebí zmínit, že se jedná o zkusnou plochu s velmi slabým zabuřeněním (tabulka č. 5).

5.3.2 Vliv zvěře na výškový přírůst

Vzhledem k vysoké mortalitě na neoplocených zkusných plochách probíhalo zhodnocení výškového přírůstu na omezeném počtu sazenic. Srovnání bylo provedeno po třech vegetačních obdobích mezi oplocenou a neoplocenou zkusnou plochou s ožinem.

Pro zjištění vlivu buřeně na rozsah škod působených zvěří byly také srovnány neoplocené zkusné plochy s ožinem a bez ožinu. Na HS 57 dosáhla mortalita sazenic na obou zkusných plochách téměř 100 %. Z toho důvodu nebyly přírůstové veličiny na tomto hospodářském souboru hodnoceny.



neoploc – neoplocená zkusná plocha; oploc – oplocená zkusná plocha

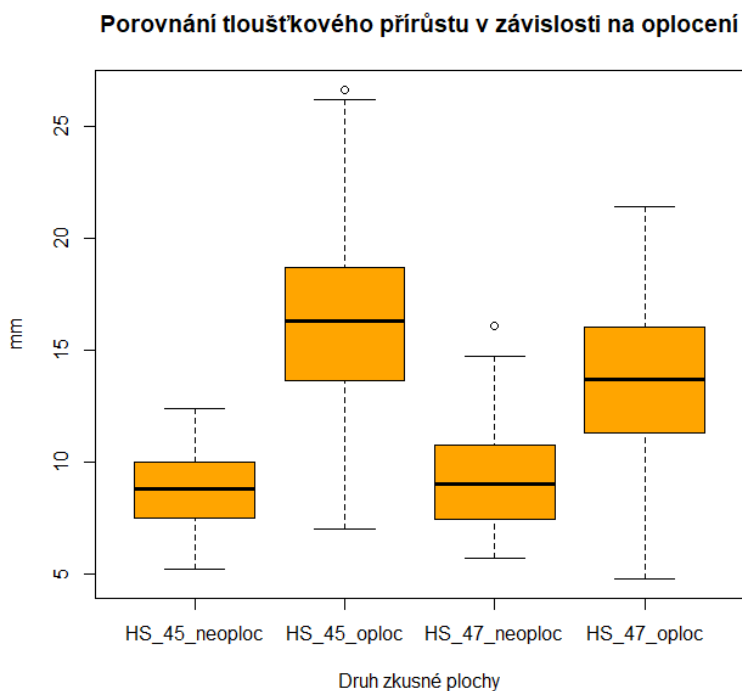
Graf 11: Porovnání výšek na zkusných plochách s oplocením a bez oplocení, jedná se o plochy, na kterých probíhal ožin (neoploc – neoplocená zkusná plocha, oploc – oplocená zkusná plocha)

Na základě grafu je patrný výrazný pokles výšek na neoplocených zkusných plochách. Nejmenší vliv zvěře na výškový přírůst lze vyzorovat, v souladu s grafem č. 9, na HS 47. Ale i na tomto stanovišti je vliv zvěře na výškový přírůst znatelný. Střední hodnota je na neoplocené zkusné ploše 59 cm proti 96,45 cm na oplocené zkusné ploše. Průměrná výška poklesla z 95,70 cm na oplocené ploše na 65,05 cm na neoplocené zkusné ploše. Na HS 45 se sledované hodnoty snížily o více jak 55 %.

Vzhledem k vysoké rozdílnosti a velikému rozptylu naměřených dat na HS 45, kde je vliv zvěře na výškový přírůst zcela zřejmý, statistické vyhodnocení neproběhlo. Na HS 47 bylo pomocí Welshova dvouvýběrového t-testu dle očekávání prokázáno, že výšky se na oplocené a neoplocené ploše výrazně liší.

5.3.3 Vliv zvěře na tloušťkový přírůst

Z výše zmíněných důvodů vysoké mortality na neoplocených zkusných plochách HS 57 se přírůst kořenového krčku v závislosti enormním poškození zvěří hodnotil pouze na HS 45 a HS 47.



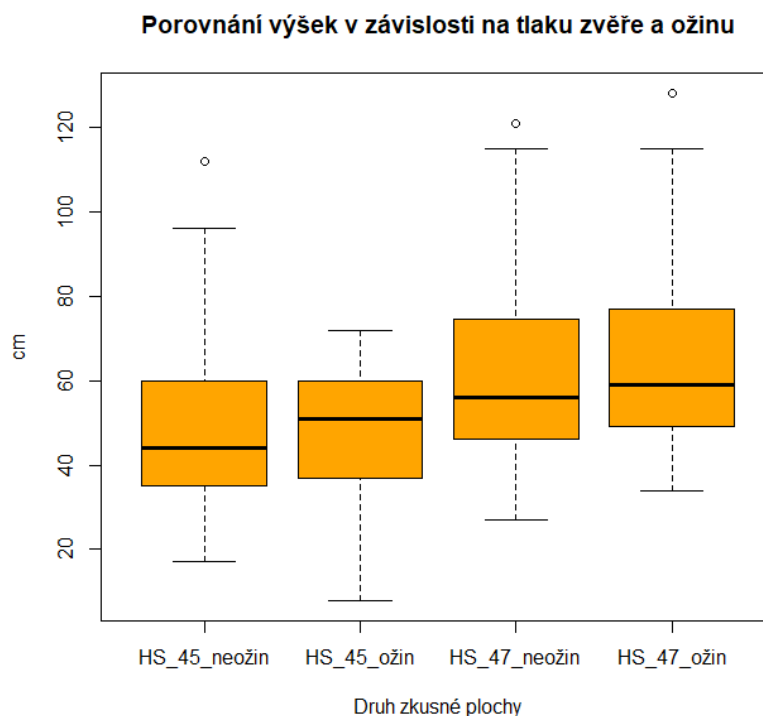
neoploc – neoplocená zkusná plocha; oploc – oplocená zkusná plocha

Graf 12: Porovnání tlouštěk kořenového krčku na zkusných plochách s oplocením a bez oplocení, jedná se o plochy, na kterých probíhal ožin

Porovnání tlouštěk kořenového krčku na oplocených a neoplocených zkusných plochách do značné míry koreluje s výsledky porovnání výšek. Rozložení v krabicovém grafu je velmi podobné. Na HS 45 poklesla střední hodnota i průměrná tloušťka téměř o 50 %, medián z 16,30 mm u oplocené plochy na 8,80 mm u neoplocené ploše. Obdobně se snížila průměrná tloušťka z 16,36 mm u na 8,72 mm. Na HS 47 byl pokles nižší, průměr i střední hodnota poklesly na neoplocené ploše přibližně o 3 mm.

I tomto případě je z krabicového grafu zřejmé, že se tloušťky kořenového krčku v závislosti na oplocení plochy odlišují, tudíž lze potvrdit, že poškozování sazenic zvěří se výrazně projevilo na tloušťkovém přírůstu. Vzhledem k vysoké odlišnosti rozptylů mezi porovnávanými zkusnými plochami, nebylo v tomto případě toto tvrzení statisticky ověřeno. Otestování rozptylů proběhlo pomocí Fisherova F testu.

5.3.4 Vliv buřeně na škody působené zvěří



Neožin – plochy ponechané bez ožinu; ožin – plochy pravidelně ožínané

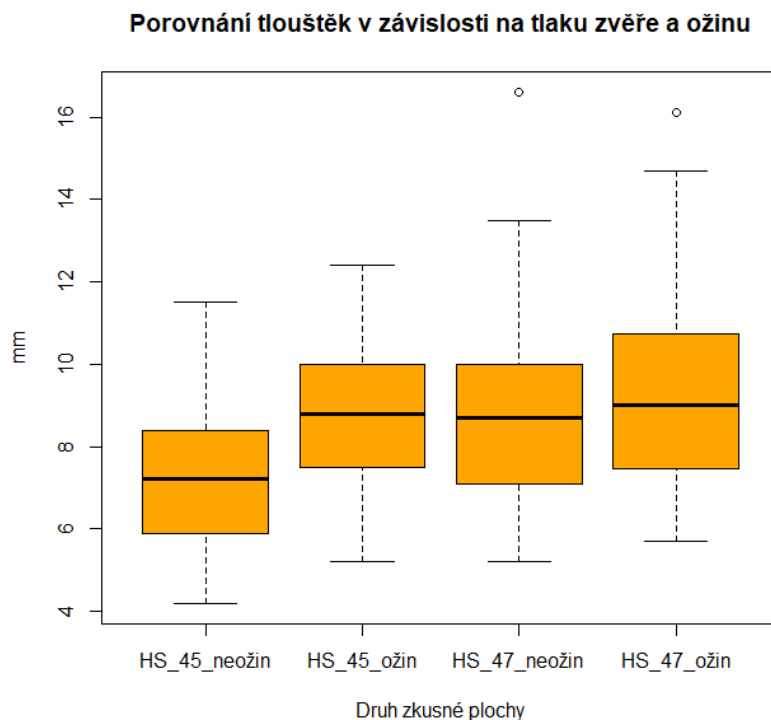
Graf 13: Porovnání výšek na neoplocených zkusných plochách s ožiněm a bez ožinu (ožin – plochy s ožiněm, neožin – plochy bez ožinu)

Pomocí srovnání míry poškození sazenic na neoplocených zkusných plochách s ožiněm a bez ožinu jsem se pokusil vyhodnotit vliv buřeně na úroveň poškození působené zvěří. V podstatě šlo o to, jestli buřeň, která se rozvíjela 3 roky, poskytla nějakou formu ochrany oproti plochám s pravidelným ožínáním. Vyhodnocení proběhlo pouze na HS 45 a HS 47.

Krabicové grafy ploch s ožiněm a bez ožinu jsou na obou hospodářských souborech velmi podobné a na první pohled se zdá, že mezi plochami není žádný rozdíl. Na HS 47 to vyplývá pravděpodobně z mírného zabuřnění plochy, takže růstové podmínky byly srovnatelné, a navíc se jedná o lokalitu s nižší koncentrací zvěře. I přes to, že na HS 45 grafy vypadají také podobně, lze na nich nalézt rozdíly. Na ploše s ožiněm byla střední hodnota výšek 51 cm proti 44 cm na ploše bez ožinu. Zde to může být projevem velmi silného zabuřnění zkusné plochy (tabulka 5). Na druhou stranu některé sazenice na ploše bez ožinu dorůstaly vyšších hodnot než na ploše s ožiněm, a to může být právě důsledkem menšího tlaku zvěře. Pro kterou silné zabuřnění představuje

pravděpodobně překážku a pro zvěř je těžší sazenice vyhledat. Nejvyšší zjištěný buk na ploše bez ožinu měřil 112 cm oproti 72 cm na ploše s ožinem.

I vliv buřeně na míru poškození sazenic zvěří byl statisticky otestován. Na obou hospodářských souborech byly porovnány výšky na zkusných plochách s ožinem a plochách bez ožinu. Pomocí Fisherova F-testu byly ověřeny shodnosti rozptylů porovnávaných ploch. Na základě toho testu byla data následně porovnána opět pomocí Welshova dvouvýběrového t-testu. Na HS 45 vyšla p-hodnota 0,5702, což na hladině významnosti 0,05 znamená, že mezi porovnávanými zkusnými plochami není statisticky významný rozdíl. Na základě toho nelze tvrdit, že by buřeň měla význam na míru poškození sazenic zvěří, co se výškového přírůstu týče.



Neožin – plochy ponechané bez ožinu; ožin – plochy pravidelně ožínané

Graf 14: Porovnání tloušťek kořenového krčku na neoplocených zkusných plochách s ožinem a bez ožinu (ožin – plochy s ožinem, neožin – plochy bez ožinu)

Při porovnání tloušťek kořenového krčku neoplocených zkusných ploch v závislosti na ožinu můžeme opět vidět podobnost jako v případě porovnání výšek. A to hlavně na HS 47, kde jsou grafy téměř identické. Z grafu je patrné, že střední hodnoty se odlišují jen nepatrně i rozsah naměřených tloušťek je téměř stejný. Konkrétně střední hodnota byla na ploše s ožinem 9,0 mm proti 8,7 mm na ploše bez ožinu. Větší rozdíl mezi zkusnými plochami byl zjištěn na HS 45, kde byl pokles mezi středními

hodnotami z 8,8 mm na ploše s ožinem na 7,20 mm na ploše bez ožinu. V tomto případě zle nalézt podobnost při srovnání oplocených ploch s ožinem a bez ožinu na stejném HS (graf 7), kde se díky silnému zabuření projevil větší pokles u tloušťkového přírůstu než u výškového.

Stejně jako při porovnání výšek i u tloušťkového přírůstu bylo provedeno statistické otestování pro zjištění, jestli je mezi porovnávanými zkusnými plochami rozdíl. Na HS 47 byl výsledek otestování předpokládáný a obdobně jako u výšek nebyl mezi plochami s ožinem a bez ožinu zjištěn statisticky významný rozdíl, kdy byla na hladině významnosti 0,05 p-hodnota 0,3245. Oproti tomu na HS 45 byla p-hodnota při stejné hladině významnosti 0,0011, což v tomto případě znamená, že tloušťky kořenového krčku na ploše s ožinem byly prokazatelně větší.

Závěrem bych k hypotéze, jestli buřen ovlivňuje míru poškození zvěří, které se projevuje na výškovém a tloušťkovém přírůstu, dodal toto shrnutí. Z výsledků se může zdát, že buřen nemá na míru poškození zvěří žádný vliv. Na HS 47 se nejednalo o silně zabuřenou neoplocenou zkusnou plochu, a navíc šlo o lokalitu, kde není velká koncentrace zvěře jako v případě HS 45 a HS 57. Na HS 45, i když grafy i statistické testování také na první pohled neukazují na pozitivní vliv buřeně, co se poškození sazenic zvěří týče, je důležité si uvědomit silné zabuření tohoto živného stanoviště. Právě toto silné zabuření způsobilo při porovnání výškového i tloušťkového přírůstu značný pokles hodnot na oplocené ploše bez ožinu oproti ožinové ploše. Rozhodně znatelně vyšší, než je tomu v případě neoplocených ploch. Z tohoto pohledu je pak na výsledky možné nahlížet tak, že hodnoty výšek a tloušťek na plochách s ožinem nejsou výrazně vyšší, jako v případě oplocených ploch, z důvodu většího tlaku zvěře na plochu s ožinem.

5.4 Nezdár zalesnění

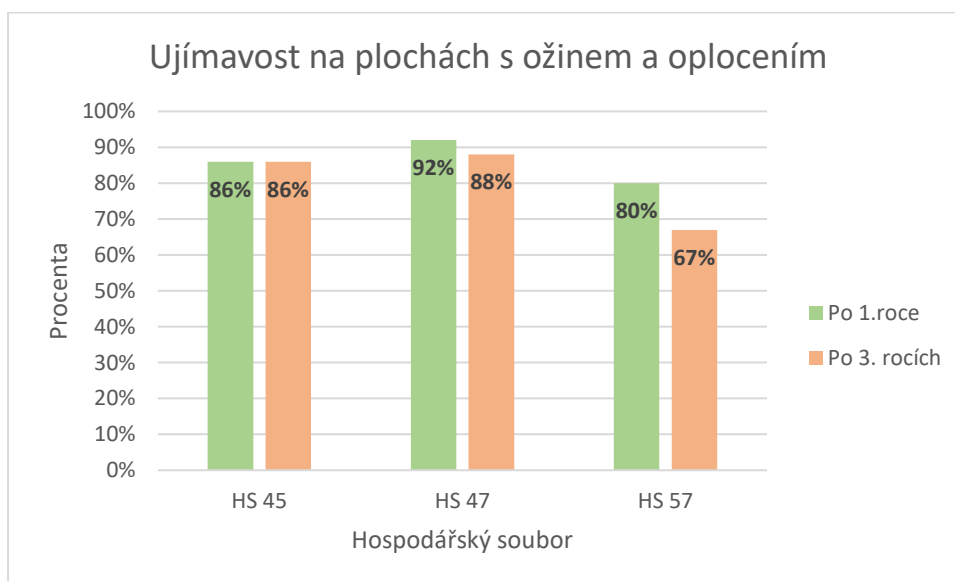
V rámci nezdarů zalesnění byla hodnocena úspěšnost zalesnění kalamitních holin bukem při standardním managementu (ožínání a oplocení), na již výše zmíněných zkusných plochách. Dále byl pozorován vliv buřeně a zvěře na přežívání sazenic.

Tabulka 7: Srovnání procentuální ujímavosti na jednotlivých zkusných plochách po 1. a 3. roce

Hospodářský soubor	HS 45		HS 47		HS 57	
Druh zkusné plochy	Po 1. roce	Po 3.rocích	Po 1. roce	Po 3. roce	Po 1. roce	Po 3. roce
Oplocená s ožinem	86 %	86 %	92 %	88 %	80 %	67 %
Oplocená bez ožinu	67 %	65 %	78 %	72 %	76 %	51 %
Neoplocená s ožinem	60 %	37 %	88 %	70 %	69 %	1 %
Neoplocená bez ožinu	72 %	56 %	74 %	61 %	78 %	10 %

5.4.1 Úspěšnost obnovy na opoceních plochách s ožinem

Standardně zalesnění bukem (stejně jako většina melioračních a zpevňujících) probíhá právě pomocí oplocenek a pravidelného ožínání. Z toho důvodu proběhlo porovnání úspěšnosti obnovy tohoto managementu na kalamitních holinách v závislosti na HS. Ujímavost byla zaznamenávána po prvním vegetačním období a poté po třech vegetačních obdobích.



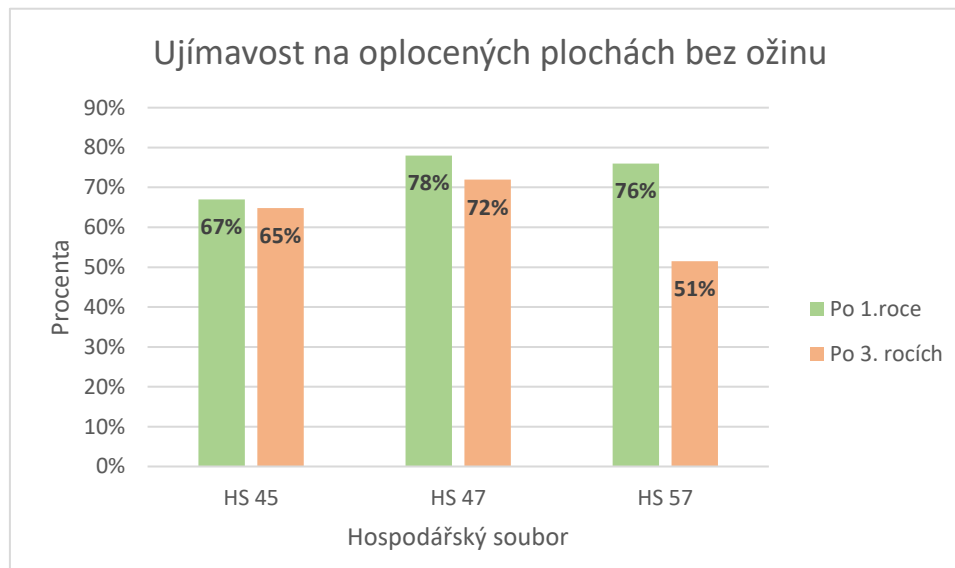
Graf 15: Porovnání ujímavosti na jednotlivých hospodářských souborech na zkusných plochách s ožinem

Při pohledu na graf je možné považovat zalesnění vzhledem k podmínkám kalamitních holin jako celkem úspěšné, a to zejména na HS 45 a HS 47. K největší mortalitě sazenic došlo v podstatě pouze během prvního roku po výsadbě, což bylo vzhledem k šoku sazenic po přesazení předpokládané. Na HS 47 byla ujímavost bukových sazenic po prvním vegetačním 92 %. Během následujících 2 vegetačních

obdobích odumřely 3 sazenice, to znamenalo pokles ujímavosti o 4 %, tedy na výsledných 88 %. Na HS 45 byl nezdar zalesnění po prvním vegetačním období 14 %. V následujících dvou vegetačních obdobích již neodumřela žádná sazenice a výsledná ujímavost zůstala na 86 %. Nejvyšší mortalita byla zjištěna během prvního vegetačního období na HS 57, kdy úmrtnost dosáhla 20 %. Jedním z možných faktorů takto vysokého nezdaru je silné oslunění plochy, jelikož se jednalo o nejvíce exponovanou lokalitu. Vysoká mortalita se projevovala na HS 57 i v následujících dvou vegetačních obdobích. V tomto případě k vysoké úmrtnosti přispělo dočasné porušení oplocení a následné poškození sazenic zvěří. Důležité je také zmínit, že obnova splňuje podmínky vyhlášky 456/2021 Sb. pro obnovený porost, kdy je zapotřebí 60 % životaschopných jedinců z minimálního počtu.

5.4.2 Vliv buřeně na úspěšnost obnovy

Nezdar zalesnění v závislosti na ožinu byl vyhodnocen na oplocených plochách bez ožinu. Pro zjištění vlivu buřeně na ujímavost sazenic se tyto zkusné plochy porovnály s již vyhodnocenými plochami s ožinem. Vyhodnocení proběhlo po prvním vegetačním období a následně po třech vegetačních obdobích.



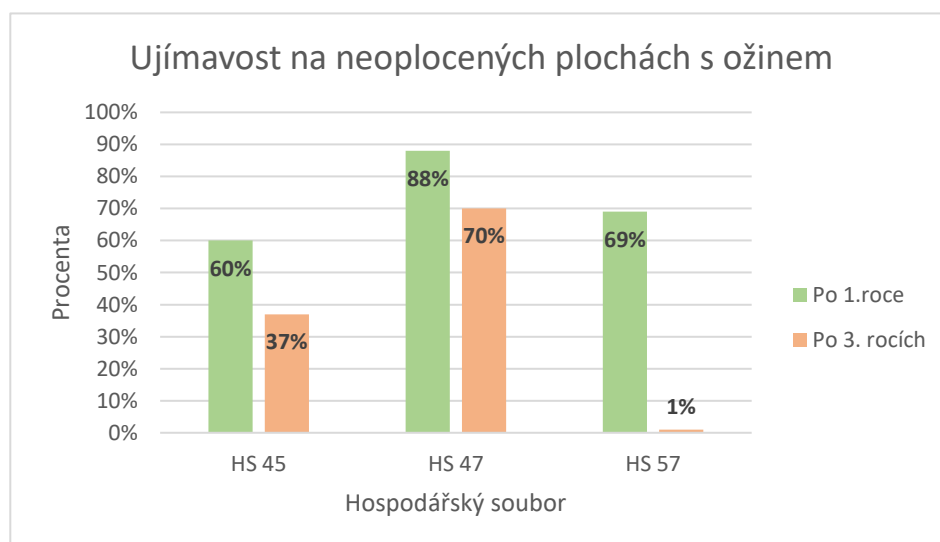
Graf 16: Porovnání ujímavosti na jednotlivých hospodářských souborech na zkusných plochách bez ožinu

Vyšší nezdar zalesnění je, při porovnání grafů 15 a 16, na plochách bez ožinu patrný. Na HS 45 se zvýšila mortalita na plochách bez ožinu o 21 %. K největší úmrtnosti však došlo během prvního vegetačního období, kdy se neujalo na neožinané ploše 20 sazenic. V průběhu následujících dvou let pak na této ploše odumřely pouze 2 bukové

sazenice. Výrazně vyšší mortalita sazenic se projevila také na HS 47, kde byla ujímavost po třech vegetačních obdobích 72 %, tedy o 16 % nižší než na ožínané ploše. Za zmínku také stojí připomenout, že se opět největší úmrtnost projevila v prvním roce po výsadbě, kdy na ploše bez ožinu odumřelo 18 sazenic. Proti tomu v následujících dvou letech odumřelo 5 sazenic. Důležité je také zdůraznit, že v případě zkusných ploch HS 45 a HS 47 se jednalo o silně zabařeněné lokality. Na HS 57 byl rozdíl mezi plochou s ožinem a bez ožinu po prvním vegetačním období nejmenší, a to konkrétně 4 %. Tomuto výsledku nasvědčuje mírné zabařenění plochy, a tudíž srovnatelné podmínky na obou zkusných plochách. Podobně jako v případě ožínané plochy, tak i na ploše bez ožinu, jako na jediném stanovišti pokračovala zvýšená mortalita i následujících dvou letech, k čemuž pravděpodobně přispěly již zmíněné faktory jako expozice lokality a dočasné porušení oplocení a s tím spojené poškození sazenic zvěří.

5.4.3 Vliv zvěře na úspěšnost obnovy

Na neoplocených zkusných plochách byl pozorován vliv zvěře na mortalitu bukových sazenic. Na každém hospodářském souboru se nacházely neoplocené zkusné plochy s ožinem a bez ožinu. Ujímavost se vyhodnocovala po prvním vegetačním období a následně po dalších dvou.

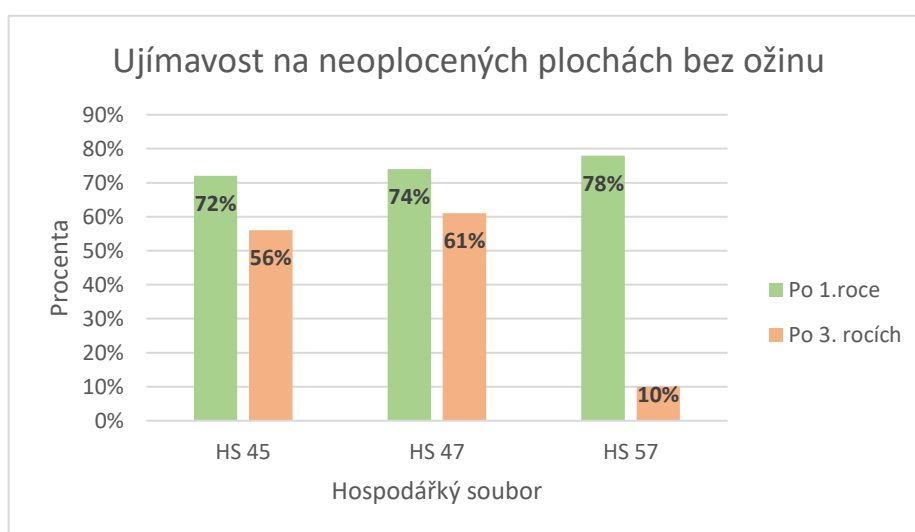


Graf 17: Porovnání ujímavosti na jednotlivých hospodářských souborech na zkusných plochách bez oplocení a s ožinem

Vliv zvěře se na mortalitě sazenic projevil ze všech sledovaných faktorů nejvíce. Znatelný rozdíl je oproti oploceným plochám zejména na HS 45 a HS 57. Na HS 45 klesla ujímavost oproti oplocené ploše s ožinem o 26 % během prvního vegetačního období,

což na první pohled byl podobný pokles jako na oplocené ploše bez ožinu. Rozdíl se ale projevil během následujících dvou let, kdy se na této zkusné ploše po třech letech od založení nacházelo pouze 37 % životaschopných jedinců. Zatímco v případě sledování vlivu buřeně již v následujících letech nebyla mortalita žádná nebo pouze minimální. Úplná devastace založené zkusné plochy nastala na HS 57, kdy po třech letech na zkusné ploše přežil pouze jeden buk, ač po prvním vegetačním období výsledky naznačovaly podobný vývoj jako na HS 45. Důvod lze hledat nejspíš v umístění zkusné plochy HS 57, nacházející se ve velmi nepřístupném a odlehlém terénu, kde zvěř má klid celý den. To je rozdíl proti stanovišti HS 45, kde jsou také vysoké stavy zvěře, ale jedná se o lokalitu s četným pohybem lidí. Naopak na HS 47 nebyl zjištěn tak výrazný vliv zvěře jako na již zmíněných stanovištích. Při srovnání s oplocenou zkusnou plochou s ožinem uhynulo během prvního roku na neoplocené zkusné ploše s ožinem jenom o 4 % sazenic více. I na tomto stanovišti ale zvýšená úmrtnost v dalších dvou letech pokračovala, přesto po třech letech od založení se zde nacházelo 70 % životaschopných buků. To na této lokalitě představuje podobný vliv zvěře na nezdár zalesnění jako měla buřeň na oplocené ploše. Nižší stupeň poškození lze odůvodnit opět stanovištěm, kdy se jedná o lokalitu s menší koncentrací zvěře, větším pohybem lidí, a navíc se zkusné plochy nacházejí zhruba 50 metrů od okresní silnice.

Vyhodnocení nezdaru zalesnění proběhlo také na zkusných plochách bez ožinu a bez oplocení. S cílem zjistit, jak se společné působení těchto vlivů projeví na újímavosti, případně jestli buřeň do nějaké míry chrání sazenice buku před zvěří.



Graf 18: Porovnání ujímavosti na jednotlivých hospodářských souborech na zkusných plochách bez oplocení a bez ožinu

Při porovnání grafů 17 s 18 můžeme pozorovat určité rozdíly. Zajímavé je, že na HS 45 a HS 57 byla větší ujímavost na plochách bez ožinu než na plochách s ožinem. Ta se projevila již během prvního vegetačního období a na HS 45, kde bylo velmi silné zabuřnění, zejména po třech letech. Na ploše s ožinem HS 45 byla mortalita během prvního vegetačního období o 12 % vyšší než na ploše s buřnění. Největší rozdíl je ale patrný po třech letech, kdy na ploše bez ožinu se nacházelo 56 % životaschopných jedinců oproti 37 % na ploše s ožinem. Zde je tedy jednoznačně viditelný pozitivní vliv vegetace, která se během tří let silně rozvinula a zamezila zvěři přístup k bukovým sazenicím. Tento efekt lze v omezené míře pozorovat také na HS 57, kde bylo sice slabé zabuřnění, ale přesto zde, v porovnání s jednou životaschopnou sazenicí na ploše s ožinem, alespoň 10 % sazenic přežilo. Na HS 47 lze sledovat opačný výsledek, zde se dostavilo mírné zabuřnění, které neposkytlo tak výraznou ochranu jako v případě HS 45 a naopak zde společné působení nežádoucí vegetace a zvěře pravděpodobně přispělo k vyššímu nezdaru zalesnění na ploše bez ožinu než na ploše s ožinem.

5.5 Potenciál přirozené obnovy

Přirozená obnova a její potenciál byly hodnoceny na oplocených a neoplocených zkusných plochách v rámci každého hospodářského souboru. Vyhodnocení proběhlo po prvním vegetačním období a následně po dalších dvou, tedy ve výsledku po třech letech od založení zkusných ploch. Na zkusných plochách pro přirozenou obnovu nebylo prováděno ožínání.

5.5.1 Přirozená obnova na HS 45

5.5.1.1 Oplocená zkusná plocha

Po prvním vegetačním období se na oplocené zkusné ploše nacházelo 97 jedinců náletových dřevin, což v přepočtu představuje 9700 jedinců na hektar. Důležité je podotknout, že při založení zkusné plochy se zde žádné nálety nevyskytovaly.

Tabulka 8: Přirozená obnova na oplocené zkusné ploše HS 45 po prvním vegetačním období

Dřevina	Počet na zkusné ploše	Počet/ha	Průměrná výška (cm)
BR	13	1300	35,0
BO	25	2500	11,2
DB	2	200	26,5
OS	46	4600	72,6
SM	4	400	13,0
TR	7	700	50,3
Celkem	97	9700	

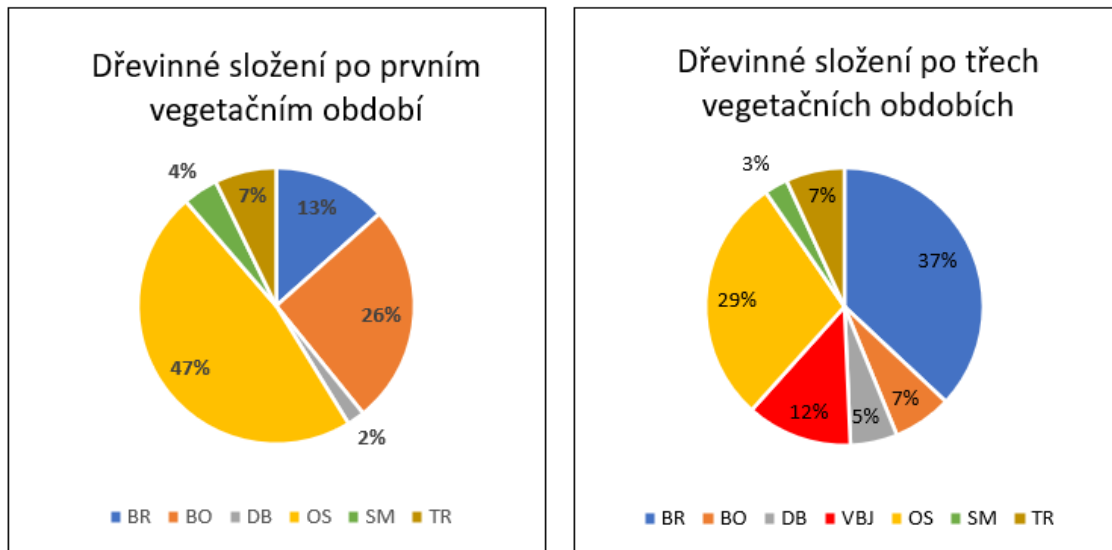
Během prvního roku po založení začaly na zkusné ploše převažovat světlomilné dřeviny většinou s pionýrskou strategií růstu. Dominantní zastoupení na ploše měl topol osika (*Populus tremula*). Vyšší zastoupení měly také borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a bříza bělokora (*Betula pendula*). U osiky byla také zjištěna největší průměrná výška 72,6 cm. Několik jedinců však dosahovalo výšky okolo dvou metrů, nejvyšší změřený jedinec dosahoval výšky 205 cm. Průměrná výška byla výrazně ovlivněna značným počtem nižších jedinců, kteří se vyskytovali pod úrovní buřene a byla otázka, jestli v této konkurenci dokážou přežít stejně jako ostatní dřeviny nepředrůstající nežádoucí vegetaci.

Tabulka 9: Přirozená obnova na oplocené zkusné ploše HS 45 po třech vegetačních obdobích

Dřevina	Počet na zkusné ploše	Počet/ha	Průměrná výška (cm)
BR	27	2700	198,9
BO	5	500	54,6
DB	4	400	44,8
VBJ	9	900	269,8
OS	21	2100	245,7
SM	2	200	34,0
TR	5	500	179,4
Celkem	73	7300	

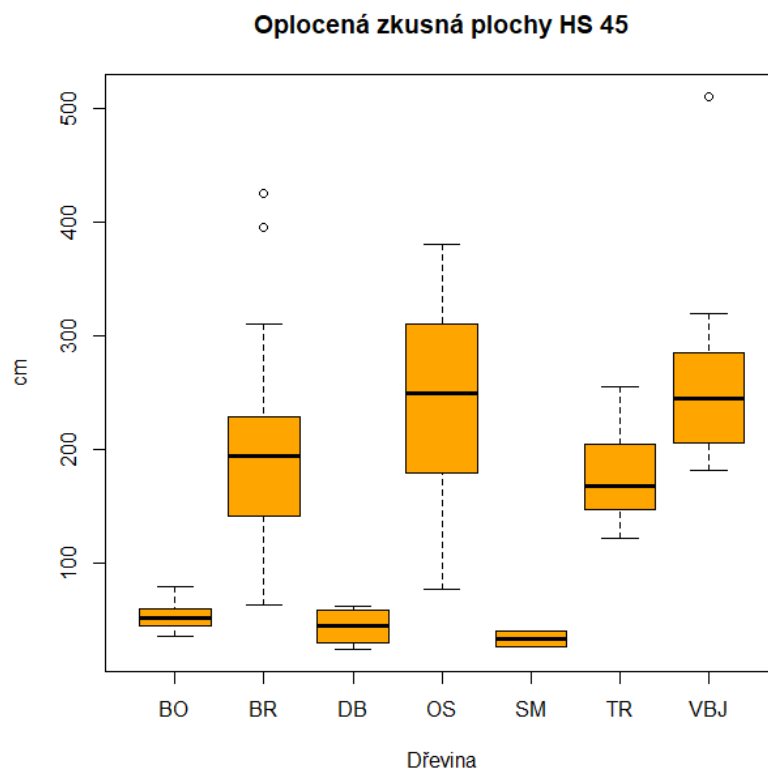
Po dvou letech se na zkusné ploše nacházelo o 24 jedinců méně, což představuje pokles o 25 %. To souvisí se změnou dřevinné skladby (graf 19). Na ploše stále dominují pionýrské dřeviny. Značná mortalita se projevila u borovice a osiky. Tato mortalita byla pravděpodobně způsobena výše zmíněným faktorem vysokého zabuřnění zkusné plochy (tabulka 5), jehož negativnímu vlivu nedokázali jedinci pod úrovní buřně odrůst a odumřeli. To lze výstižně prokázat právě na borovici, která se po prvním roce vyskytovala na ploše v počtu 25 jedinců při průměrné výšce 11 cm oproti 5 jedincům při průměrné výšce 54,6 cm po následujících dvou letech. Naopak téměř dvojnásobně se zvedla početnost břízy. Na zkusné ploše se také výrazněji začala prosazovat vrba jíva (*Salix caprea*).

Silnou převahu ve dřevinném složení přirozené obnovy mají sice na HS 45 pionýrské dřeviny, ale na zkusné ploše se nacházely i dřeviny, které lze považovat za cílové, a to borovice, dub a smrk nebo také třešeň ptačí, kterou lze zařadit mezi cenné listnaté dřeviny.



Graf 19: Procentuální dřevinná skladba na oplocené zkušné ploše HS 45 po prvním vegetačním období a po třech vegetačních obdobích

Z grafu procentuálního zastoupení jednotlivých dřevin je nejlépe patrné vysoké zastoupení pionýrských dřevin. Bříza, osika a jíva jako typické dřeviny této strategie po třech letech mají v zastoupení 78 %.



Graf 20: Porovnání výšek jednotlivých dřevin z přirozené obnovy naměřených na oplocené zkušné ploše HS 45

Krabicový graf ukazuje, jakých výšek nabývají jednotlivé dřeviny po třech letech od založení zkusné plochy. Jednoznačně se ukazuje rychlost odrůstání pionýrských dřevin na kalamitních holinách oproti ostatním dřevinám. Nejvíce odrůstala osika, jíva a bříza. Průměrná výška osiky dosahovala 245,7 cm a polovina naměřených výšek se pohybovala v rozmezí 180 cm až 310 cm. Nevyšší jedinec osiky měřil 380 cm. Nejvíce zastoupenou dřevinou na ploše byla bříza s průměrnou výškou 198,9 cm a 50 % výšek se nacházela v rozmezí 142 cm až 229 cm. Nejvyšší bříza dorostla do hodnoty 425 cm. Absolutně nejvyšší jedinec na ploše byla jíva s výškou 510 cm. Za zmínku stojí také třešeň, která měla průměrnou výšku 179,4 cm a všech pět třešní na zkusné ploše úspěšně odrůstalo buřeni. Ostatní dřeviny se prozatím nacházely v podúrovni s průměrnou výškou u borovice a dubu okolo 50 cm a u smrku 34 cm.

5.5.1.2 Neoplocená zkusná plocha

Při prvním přeměření zkusné plochy po prvním vegetačním období bylo zaznamenáno 36 jedinců, tedy 3600 jedinců na hektar. Při dalším přeměření po následujících dvou letech se na zkusné ploše nacházelo 30 jedinců, což představuje 3000 jedinců na hektar. Na této ploše se žádné zmlazení před založením zkusné plochy nevyskytovalo.

Tabulka 10: Přirozená obnova na neoplocené zkusné ploše HS 45 po prvním vegetačním období

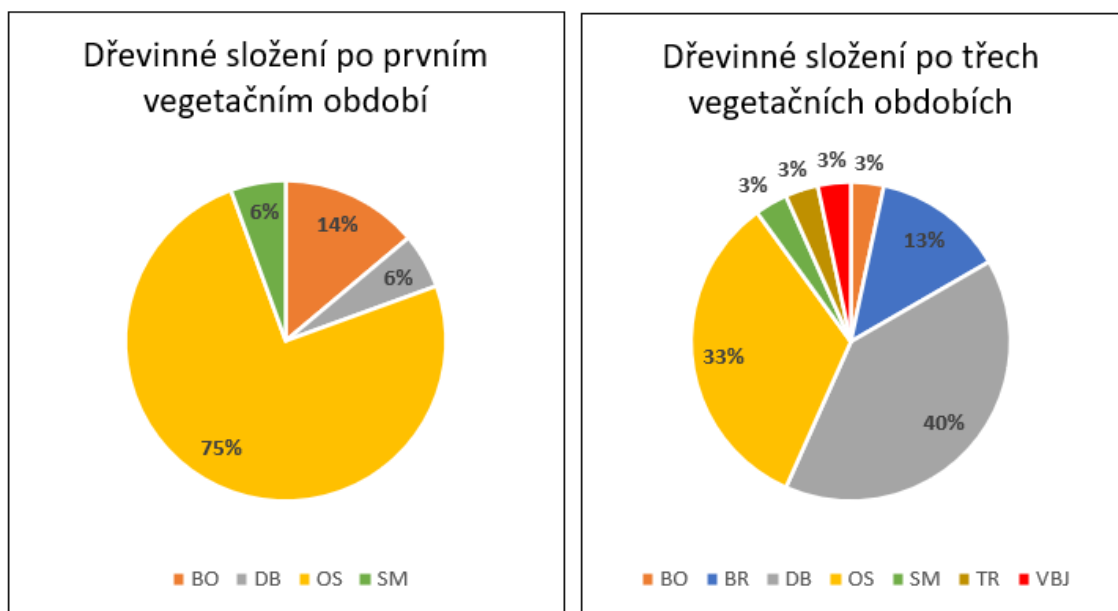
Dřevina	Počet na zkusné ploše	Počet/ha	Průměrná výška (cm)
BO	5	500	10,4
DB	2	200	20,0
OS	27	2700	34,3
SM	2	200	8,0
Celkem	36	3600	

Na výsledcích neoplocené zkusné plochy oproti ploše oplocené je patrný rozdíl již po prvním vegetačním období. Nejenže počet náletových dřevin byl nižší o více jak 60 % (36 oproti 97), tak i druhová pestrost vyskytujících se dřevin klesla (porovnání tabulky 8 a 10). Nejzastoupenější dřevinou zde byla opět osika, ale i u ní byl pokles početnosti veliký, a navíc oproti oplocené zkusné ploše nedosahovala ani polovičního přírůstu.

Tabulka 11: Přirozená obnova na neoplocené zkušné ploše HS 45 po třech vegetačních obdobích

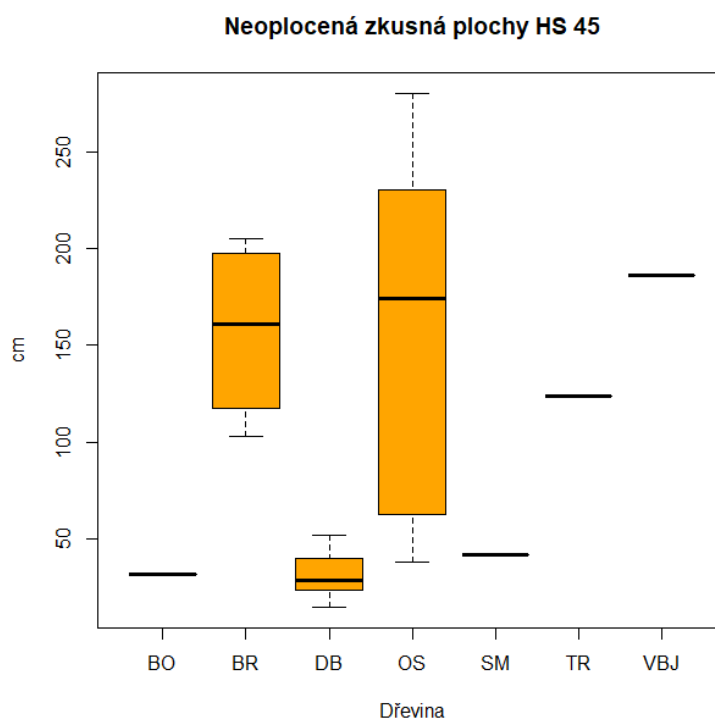
Dřevina	Počet na zkušné ploše	Počet/ha	Průměrná výška (cm)
BO	1	100	32,0
BR	4	400	157,5
DB	12	1200	30,7
OS	10	1000	152,6
SM	1	100	42,0
TR	1	100	124,0
VBJ	1	100	186,0
Celkem	30	3000	

Při přeměření po dvou letech se na ploše vykytovalo o 6 jedinců méně. Výrazně ubylo osiky a borovice. Tento úbytek lze, stejně jako celkově nižší počty než na oplocené ploše, zdůvodnit spásáním náletových dřevin zvěří. Naopak se v době mezi měřeními na ploše ojediněle vyskytly i další druhy dřevin jako bříza, jíva a třešeň a tyto dřeviny stejně jako zbylé osiky již celkem úspěšně odrůstají.



Graf 21: Procentuální dřevinná skladba na neoplocené zkušné ploše po prvním vegetačním období a po třech vegetačních obdobích

Z grafů je patrná změna dřevinné skladby, kdy v průběhu dvou let výrazně ubylo osiky, která dominovala na zkusné ploše v prvním roce po začátku sledování. Celkem překvapivě má po třech letech od založení zkusných ploch největší zastoupení dub. Jedná se ovšem o duby překryté buřením a je otázkou, jestli se dokážou prosadit. Navíc s průměrnou výškou okolo 30 cm je stále vysoké riziko poškození zvěří.



Graf 22: Porovnání výšek jednotlivých dřevin naměřených na neoplocených zkusných plochách

Na neoplocené ploše sice není hustota náletových dřevin taková jako na ploše oplocené, přesto zde nalezneme jedince, kteří úspěšně odrůstají. Jedná se o osiky a břízy. U osik byla zjištěna průměrná výška 152,6 cm. Nejvyšší osika měřila 280 cm a jednalo se o největší strom na zkusné ploše. Z grafu je také patrné, že ne všechny osiky úspěšně odrůstaly a několik osik bylo pod úrovní buřeně. To bylo způsobeno okusem, který následně limitoval přírůst. Zaznamenány byly čtyři břízy a všechny poměrně dobře odrůstaly. Břízy nabývaly výšek od 103 cm do 205 cm. Nejzastoupenější dřevinou byl dub, u něhož byla změřena nevyšší výška 52 cm.

5.5.2 Přirozená obnova na HS 47

5.5.2.1 Oplocená zkusná plocha

Na oplocené zkusné ploše HS 47 se během prvního roku po založení nacházelo 94 jedinců náletových dřevin. Při přeměření plochy po dvou letech se na ploše nacházelo

143 jedinců, což představuje nárůst o 52 %. Ani na této lokalitě se při založení zkusné plochy nenacházelo žádné zmlazení.

Tabulka 12: Přirozená obnova na oplocené ploše po prvním vegetačním období na HS 47

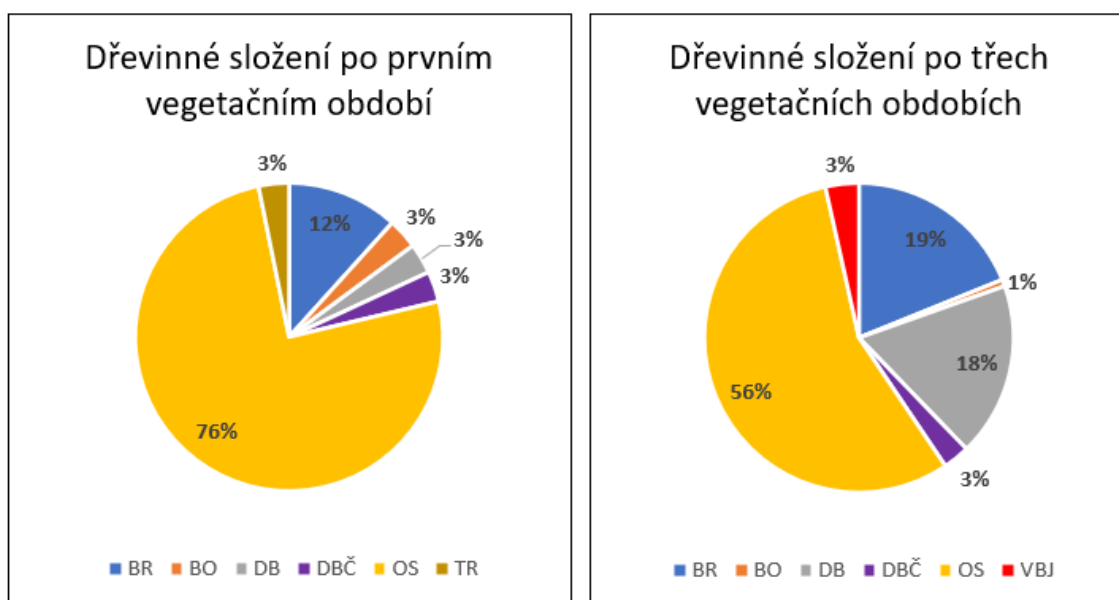
Dřevina	Počet na zkusné ploše	Počet/ha	Průměrná výška (cm)
BR	11	1100	30,5
BO	3	300	6,3
DB	3	300	14,3
DBČ	3	300	17,0
OS	71	7100	86,8
TR	3	300	38,7
Celkem	94	9400	

Na HS 47 byla po prvním vegetačním období opět zjištěna převaha pionýrských dřevin, s tím rozdílem, že na ploše bylo zastoupení osiky tentokrát absolutně dominantní. Její podíl na zkusné ploše činil přes 75 %. Druhou nejzastoupenější dřevinou s 12 % byla bříza. Kromě těchto dřevin se na oplocené ploše vyskytovaly borovice, dub, dub červený a třešeň. Nejlépe na tomto stanovišti během prvního roku odrůstala osika, která dosahovala průměrné výšky 86,8 cm. I zde se ovšem podobně jako na HS 45 již objevily osiky dorůstající výšky ke 2 metrům.

Tabulka 13: Přirozená obnova na oplocené ploše po třech vegetačních obdobích na HS 47

Dřevina	Počet na zkusné ploše	Počet/ha	Průměrná výška (cm)
BR	27	2700	196,1
BO	1	100	67
DB	26	2600	43,2
DBČ	4	400	38,75
OS	80	8000	240,8
VBJ	5	500	198
Celkem	143	14300	

Tabulka 13 potvrzuje stále silnou převahu osiky na zkusné ploše i po třech letech od jejího založení. Početnost osiky se dokonce mírně zvýšila. Tento trend byl ovšem zaznamenán také u některých dalších druhů dřevin, a v některých případech i ve větší míře. Příkladem toho je hlavně dub, který byl po prvním roce zaznamenán v počtu 3 jedinců a v následujících dvou letech se jeho početnost zvedla na 26 jedinců. Celkově se na ploše v přepočtu nachází 14 300 jedinců na hektar, což v porovnání s HS 45 představuje téměř dvojnásobek. Tento rozdíl může být způsobený charakterem působící buřeny. Na HS 45 převažoval bez červený, který výrazně zastínil plochu a v důsledku toho odumíralo zmlazení nacházející se v jeho podúrovni. Na HS 47 bylo také silné zabuřnění, ale převahu zde měla síťina rozkladitá, která tvořila husté, trsovité pokrytí, avšak nepříliš vysoké a nálety tomuto negativnímu vlivu většinou stačily odrůstat.

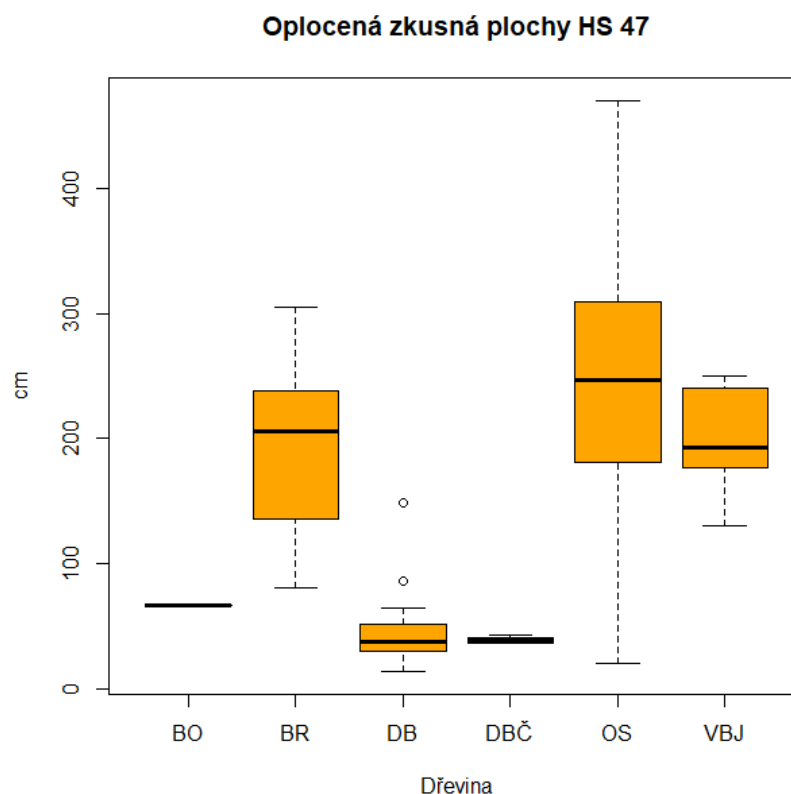


Graf 23: Procentuální dřevinná skladba na oplocené zkusné ploše po prvním vegetačním období a po třech vegetačních obdobích na HS 47

Z procentuální dřevinné skladby také jasně vyplývá dominance pionýrských dřevin. Po třech letech od založení zkusné plochy osika a bříza společně tvořily podíl v zastoupení 75 %. Z cílových dřevin se ve větším zastoupení uplatnil pouze dub.

Rovněž z krabicového grafu, který zobrazuje naměřené výšky jednotlivých dřevin, je patrná adaptace pionýrských dřevin vůči podmínkám kalamitní holiny. Pionýrské dřeviny zde dominují nejen početně, ale také výrazně co se odrůstání týče. Během tří let dosáhly násobně vyšších výšek než ostatní dřeviny. Průměrná výška osiky byla 240,8 cm a v rozmezí mezi 181 cm až 308 cm se nacházela polovina naměřených výšek. Největší osika měřila 470 cm a jednalo se o nejvyššího jedince na zkusné ploše.

Druhá nejzastoupenější dřevina bříza dosahovala průměrné výšky 196,1 cm a polovina bříz měřila od 135 cm do 238 cm. Z typických pionýrských dřevin se na zkusné ploše nacházela ještě vrba jíva. Těch se na ploše nacházelo jen 5, ale všechny úspěšně odrůstaly. Jejich výšky nabývaly hodnot o 130 cm do 250 cm. Třetí nejzastoupenější dřevina dub měl průměrnou výšku 42,2 cm, ovšem i mezi dubem se našli jedinci, kteří odrůstali velmi dobře a dorůstali až do výšky 149 cm.



Graf 24: Porovnání výšek jednotlivých dřevin na oplocené zkusné ploše HS 47

5.5.2.2 Neoplocená zkusná plocha

Na neoplocené ploše bylo během prvního přeměření zjištěno 92 náletových jedinců. Tento počet tvořilo 6 druhů dřevin. Po třech letech od založení při druhém přeměření zkusné plochy bylo nalezeno 67 náletových jedinců čtyř druhů dřevin. Na zkusné ploše se při založení nenacházelo žádné zmlazení.

Tabulka 14: Přirozená obnova na neoplocené ploše po prvním vegetačním období na HS 47

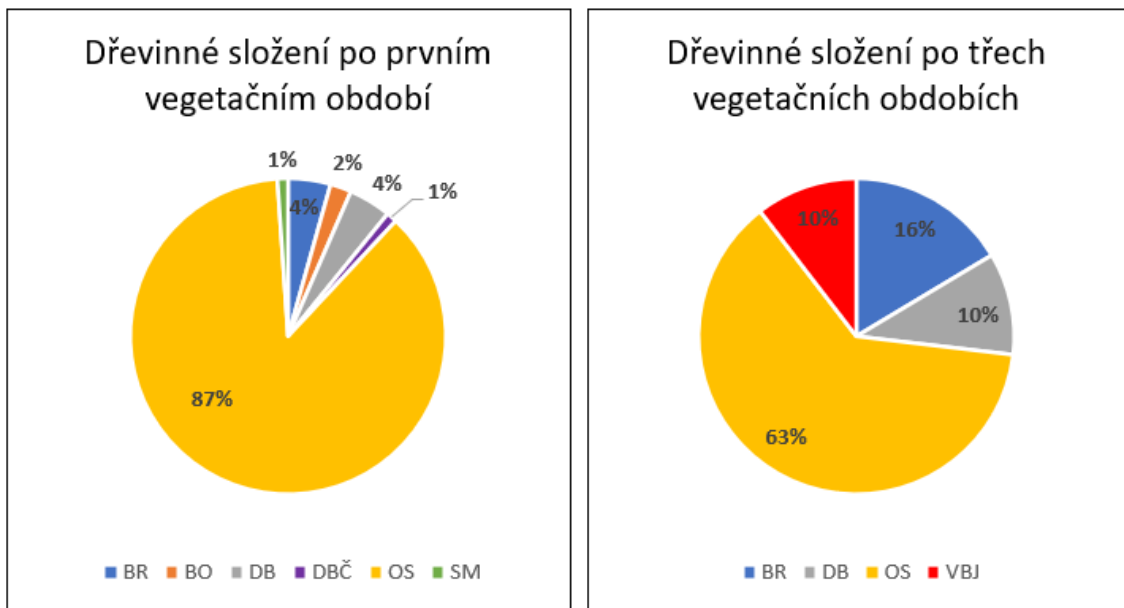
Dřevina	Počet na zkusné ploše	Počet/ha	Průměrná výška (cm)
BR	4	400	12,5
BO	2	200	10,0
DB	4	400	16,0
DBČ	1	100	7,0
OS	80	8000	23,5
SM	1	100	5,0
Celkem	92	9200	

Na neoplocené zkusné ploše byla při prvním měření zaznamenána podobá hustota zmlazení jako na oplocené ploše. Dokonce počet a zastoupení jednotlivých dřevin se téměř shodovaly. Největší rozdíl byl v průměrné výšce, která na neoplocené zkusné ploše ani zdaleka nedosahovala hodnot jako na oplocené ploše, což opět poukazuje na negativní vliv zvěře.

Tabulka 15: Přirozená obnova na neoplocené ploše po třech vegetačních obdobích na HS 47

Dřevina	Počet na zkusné ploše	Počet/ha	Průměrná výška (cm)
BR	11	1100	90,9
DB	7	700	30,1
OS	42	4200	82,3
VBJ	7	700	76,7
Celkem	67	6700	

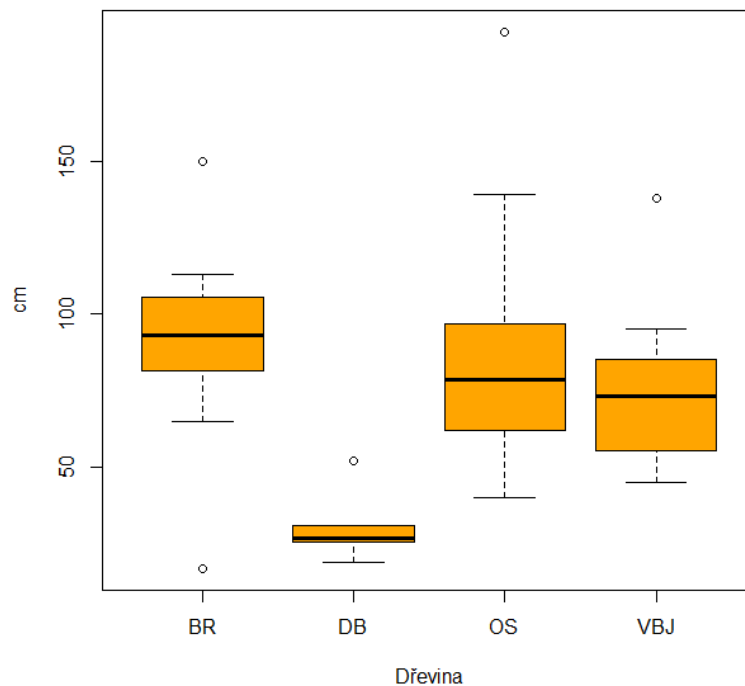
V období dvou let mezi přeměření zkusné plochy ubylo na ploše 25 jedinců, což představuje pokles o 27 %. Na ploše se vyskytovaly pouze čtyři dřeviny, až na dub se jednalo opět o pionýrské dřeviny. Zaznamenány již nebyly dřeviny smrk, borovice a dub červený, které se na ploše ale vyskytovaly v minimálním počtu 1 až 2 jedinců. V porovnání s neoplocenou zkusnou plochou se zmlazení na HS 47 vyskytuje více jak ve dvojnásobném počtu.



Graf 25: Procentuální dřevinná skladba na neoplocené zkusné ploše po prvním vegetačním období a po třech vegetačních obdobích na HS 47

Mezi prvním a druhým měření na zkusné ploše došlo k mírnému poklesu podílu osiky, přesto je její zastoupení stále 63 %. Naopak výrazněji se na ploše začala prosazovat bříza a dub. Při druhém měření byla také zaznamenána jíva.

Neoplocená zkusná plochy HS 47



Graf 26: Porovnání výšek jednotlivých dřevin na neoplocené zkusné ploše HS 47

Z krabicového grafu je patrné, že osika, bříza a jíva na neoplocené zkusné ploše HS 47 odrůstaly podobně. Nejvyšší průměrnou výšku měla bříza 90,9 cm a polovina výšek bříz se pohybovala v rozmezí 81 cm až 105 cm. Průměrná výška osiky a jívy byla přibližně 80 cm. U těchto dřevin se většina změřených výšek pohybovala od 55 cm do 97 cm. Největší rozdíl byl v maximální výšce jednotlivých dřevin, u osiky měřil nejvyšší jedinec 192 cm, zatímco u břízy 150 cm, respektive 138 cm u jívy. Nejméně na zkusné ploše odrůstal dub, což ale není překvapivé vzhledem k tomu, že jde o jedinou dřevinu, která se nevyznačuje pionýrskou strategií růstu. Na druhou stranu se také jedná o dřevinu, která se jako jediná společně s pionýrskými dřevinami vyskytovala na všech zkusných plochách HS 45 a HS 47.

5.5.3 Přírozená obnova HS 57

5.5.3.1 Oplocená zkusná plocha

Na oplocené zkusné ploše nebylo při vytyčení zkusné plochy zaznamenáno žádné zmlazení. Po prvním vegetačním období se na zkusné ploše nacházelo 38 náletových dřevin. Po třech letech od založení zkusné plochy byl zjištěn nárůst náletových dřevin o 113 % a na ploše se nacházelo 81 jedinců.

Tabulka 16: Přírozená obnova na oplocené ploše po prvním vegetačním období na HS 57

Dřevina	Počet na zkusné ploše	Počet/ha	Průměrná výška (cm)
BR	13	1300	30,4
BO	2	200	6,5
MD	4	400	7,0
OS	17	1700	52,8
SM	2	200	8,5
Celkem	38	3800	

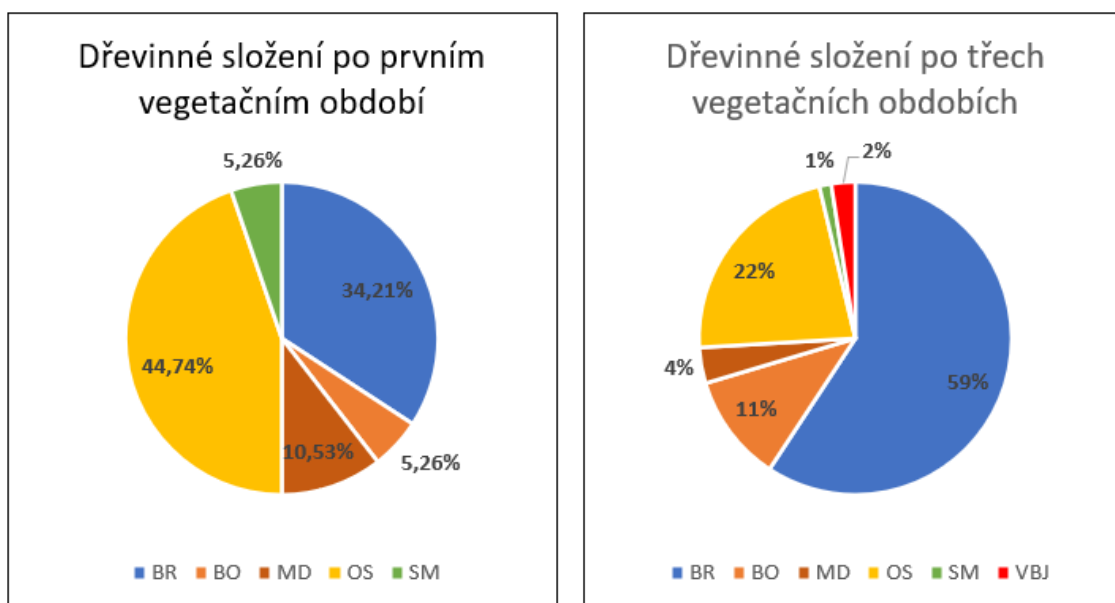
Na HS 57 byly zjištěny částečně rozdílné výsledky, oproti ostatním oploceným zkusným plochám se na této ploše vyskytovalo méně jedinců. Nejvíce se pokles projevil u osiky, kterých bylo zaznamenáno 17, zatímco na oplocené zkusné ploše HS 45 jich bylo

46, respektive 71 na HS 47. Druhou nejzastoupenější dřevinou byla bříza. Ostatní dřeviny se vyskytovaly ojediněle.

Tabulka 17: Přirozená obnova na oplocené ploše po třech vegetačních obdobích na HS 57

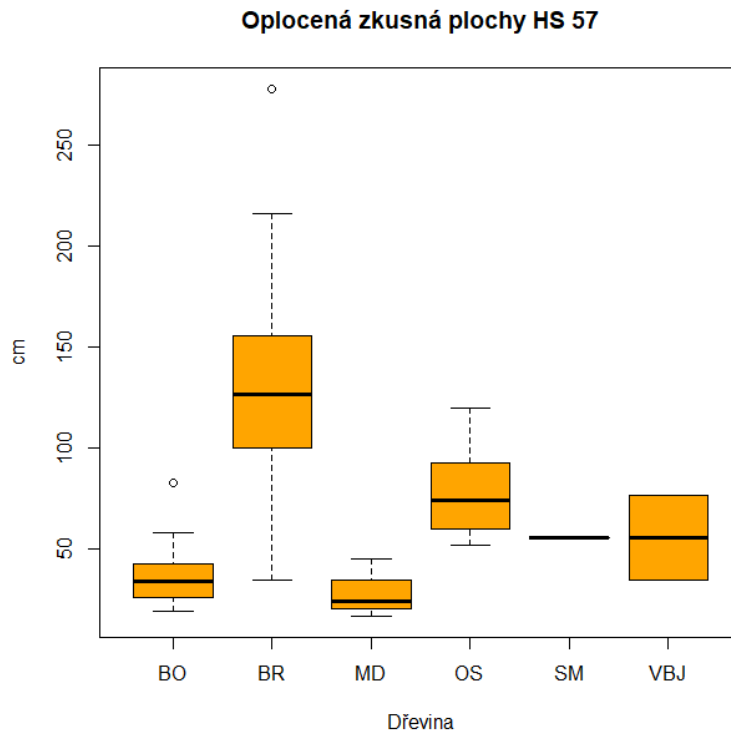
Dřevina	Počet na zkusné ploše	Počet/ha	Průměrná výška (cm)
BR	48	4800	129,0
BO	9	900	39,5
MD	3	300	28,7
OS	18	1800	78,4
SM	1	100	56,0
VBJ	2	200	56,0
Celkem	81	8100	

Během následujících dvou vegetačních období došlo na zkusné ploše k výraznému rozvoji břízy, která početně stoupla ze 13 na 48 jedinců. Další dřevinou s populačním nárůstem byla borovice. Početnost dalších dřevin se výrazně neměnila. Oproti prvnímu měření byla na zkusné ploše také nalezena jívka.



Graf 27: Procentuální dřevinná skladba na oplocené zkusné ploše po prvním vegetačním období a po třech vegetačních obdobích na HS 57

Z grafu procentuálního zastoupení je také zřejmé, že po třech letech od založení zkusné plochy na HS 57 dominuje bříza, na rozdíl od předchozích zkusných ploch, kde byla zjištěna silná převaha osiky. Ta se zde ale také dobře prosazuje a je druhou nejpočetnější dřevinou. V menším počtu se na ploše vyskytují dřeviny, které lze označit jako cílové, a jsou to borovice, modřín a smrk.



Graf 28: Porovnání výšek jednotlivých dřevin na oplocené zkusné ploše HS 57

Na HS 57 stejně jako na ostatních zkusných plochách nejlépe odrůstají pionýrské dřeviny. Na tomto stanovišti ale nedorůstají takových výšek ve srovnání s ostatními oplocenými plochami. Největší potenciál se zde projevil u nejzastoupenější břízy, která dosahovala průměrné výšky 129 cm, přičemž polovina výšek se pohybovala v rozmezí 100 cm až 156 cm. Nejvyšší jedinec břízy měřil 278 cm. U druhé nejpočetnější dřeviny osiky byla zjištěna průměrná výška 78,4 cm a osiky nabývaly vyrovnaných výšek od 52 cm do 120 cm. Dřeviny označované jako cílové dosahovaly většinou výšek okolo 50 cm. Nejlépe z nich odrůstala borovice, jejíž nejvyšší jedinec měřil 83 cm.

5.5.3.2 Neoplocená zkusná plocha

Na neoplocené zkusné ploše se při založení vyskytovaly 3 jedinci smrku ze zmlazení. Po prvním přeměření zkusné plochy byla zaznamenáno 66 zmlazených jedinců.

Po následujícím přeměření po dvou letech se na ploše nacházelo 99 jedinců, což představuje nárůst o třetinu.

Tabulka 18: Přírozená obnova na neoplocené ploše po prvním vegetačním období na HS 57

Dřevina	Počet na zkusné ploše	Počet/ha	Průměrná výška (cm)
BO	1	100	12
DG	3	300	16
MD	33	3300	11,1
OS	1	100	13
SM	28	2800	17,5
Celkem	66	6600	

Neoplocená zkusná plocha HS 47 se vyznačovala rozdílnou dřevinou skladbou oproti předchozím zkusným plochám. Téměř vůbec se zde po prvním vegetačním období nevyskytovaly pionýrské dřeviny, což bylo nejspíše způsobeno značným tlakem zvěře, pro které jsou pionýrské dřeviny z hlediska okusu atraktivní. Tento fakt potvrzuje i úplný nezdar umělé obnovy na neoplocených zkusných plochách. Naopak se na této ploše velmi dobře zmlazoval modřín a smrk. Celkem se na zkusné ploše při prvním měření nacházelo 5 druhů dřevin.

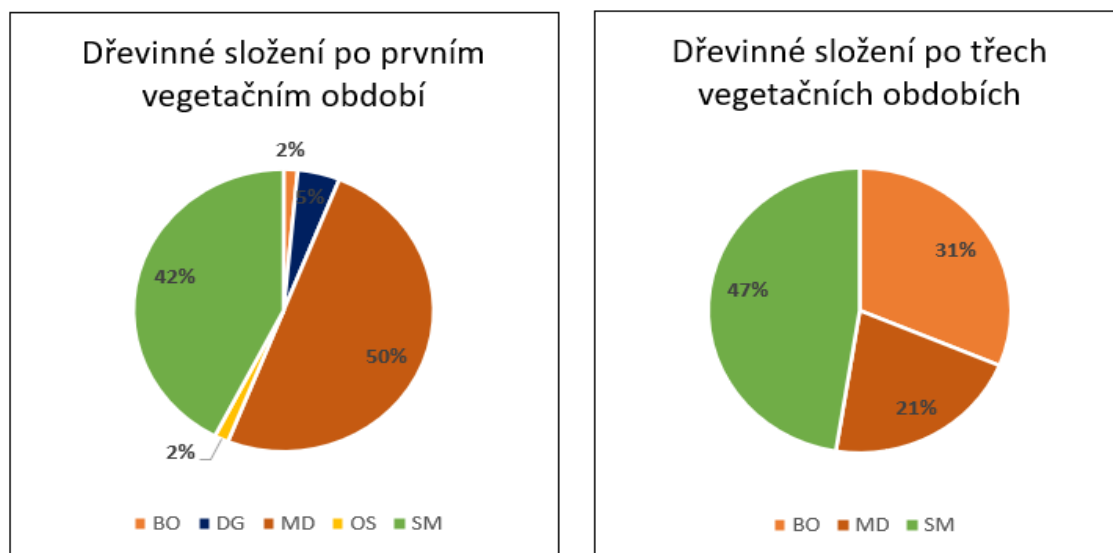
Tabulka 19: Přírozená obnova na neoplocené ploše po třech vegetačních obdobích na HS 57

Dřevina	Počet na zkusné ploše	Počet/ha	Průměrná výška (cm)
BO	31	3100	23,7
MD	21	2100	52,5
SM	47	4700	53,9
Celkem	99	9900	

Při přeměření zkusné plochy po dvou letech se na zkusné ploše nacházely pouze 3 dřeviny, a to borovice, modřín a smrk. Na druhou stranu hustota zmlazení se zvýšila z 6 600 jedinců na hektar na 9 900 jedinců na hektar. V období mezi měřeními na ploše

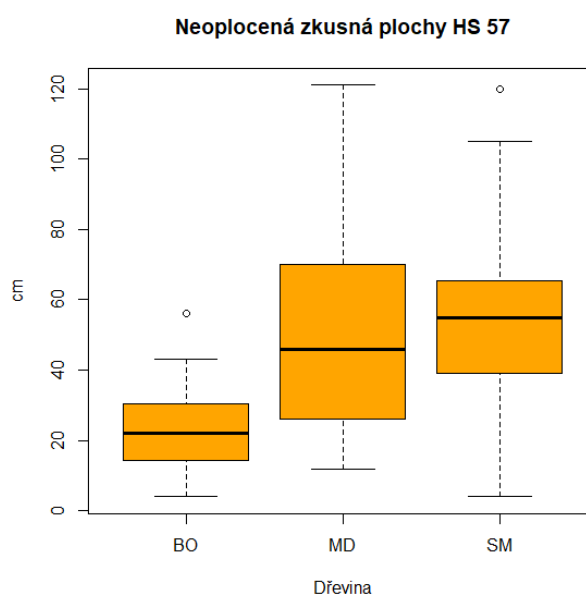
přibýlo nejvíce borovice, která se po prvním roce na zkusné ploše nacházela pouze 1 a po dalších dvou letech jich bylo zaznamenáno 31. Výrazně se zvedla také početnost smrku. Částečný úbytek byl zjištěn u modřínu, jehož početnost klesla z 33 na 21 jedinců.

Douglaska a osika, které byly zaznamenány při prvním měření, se na ploše již nenacházely. Pravděpodobně také odumřely v důsledku poškození zvěří.



Graf 29: Procentuální dřevinná skladba na neoplocené zkusné ploše po prvním vegetačním období a po třech vegetačních obdobích na HS 57

Z grafů procentuálního zastoupení jednotlivých dřevin je také zřejmé, jak na neoplocené zkusné ploše HS 57 převládaly dřeviny, které nejsou zvěří extrémně vyhledávány a poškozovány. Zároveň se ale jedná o dřeviny, které lze na tomto stanovišti považovat za cílové.



Graf 30: Porovnání výšek jednotlivých dřevin na neoplocené zkusné ploše HS 57

Krabicový graf znázorňuje naměřené výšky jednotlivých dřevin, z toho vyplývá, že na tomto stanovišti nejlépe odrůstal smrk a modřín. Právě u modřínu se velmi projevil jeho charakter jako částečně pionýrské dřeviny, kdy velmi dobře snášel oslunění na holé ploše a poměrně rychle odrůstal. Nejvyšší modřín měřil 121 cm a jednalo o vůbec nejvyšší strom na zkusné ploše. Smrk měl průměrnou výšku 53,9 cm a polovina změřených smrků se pohybovala v rozmezí 39 cm až 66 cm. Nejvyšší smrk měřil 120 cm, ale jednalo se o jedince, který se na zkusné ploše vyskytoval již při založení. Zdánlivě nejméně přirůstala borovice, což je ale silně ovlivněno faktem, že borovice se na ploše začala zmlazovat později, při prvním přeměření se na zkusné ploše nacházela pouze jedna.

5.6 Ekonomické zhodnocení

V rámci této práce bylo provedeno také hodnocení ekonomické náročnosti u jednotlivých zkusných ploch po třech letech od jejich založení.

Tabulka 20: Ekonomické zhodnocení zkusných ploch s oplocením a s ožinem po třech vegetačních obdobích

Činnost	Cena/MJ	Množství	Celkem na 0,01 ha (Kč)	Celkem na 1,00 ha (Kč)
Stavba oplocenky	75	40	3000	30000
BK 36-50 PRK	11,90	80/90	952/1071	95200/107100
Zalesnění (jamka)	6,20	80/90	496/558	49600/55800
Ožínání	11000 (6x)	0,01	660	66000
Celkem (Kč)			5108/5289	240800/258900

MJ u stavby oplocenky – metry; MJ u BK – kusy; MJ u zalesnění – počet BK; MJ u ožínání – hektar;

Ceny jsou uvedeny bez DPH

Výpočet finanční náročnosti zkusných ploch s ožinem vychází z ohodnocení všech činností prováděných na zkusné ploše v průběhu tří let. Výsledná hodnota závisí na hektarových počtech sazenic vysázených v závislosti na hospodářském souboru. Ožin byl proveden v průběhu tří let šestkrát. Celkové náklady na zkusné ploše HS 47 a 57 činily 5 108 Kč, což představuje 240 800 Kč na hektar. Na HS 45 byly náklady 5 289 Kč, tedy 258 900 Kč v přepočtu na hektar.

V případě oplocených zkusných ploch bez ožinu odpadla likvidace buřeneš, která se prováděla dvakrát do roka. Za dobu tří let to na zkusné ploše tvořilo 660 Kč,

což se na první pohled nezdá mnoho, ovšem v přepočtu na hektar byly náklady na ploše o 66 000 Kč nižší.

Tabulka 21: Ekonomické zhodnocení oplocených zkusných ploch bez ožinu po třech vegetačních obdobích

Činnost	Cena/MJ	Množství	Celkem na 0,01 ha (Kč)	Celkem na 1,00 ha (Kč)
Stavba oplocenky	75	40	3000	30000
BK 36-50 PRK	11,90	80/90	952/1071	95200/107100
Zalesnění (jamka)	6,20	80/90	496/558	49600/55800
Celkem (Kč)			4448/4629	174800/192900

MJ u stavby oplocenky – metry; MJ u BK – kusy; MJ u zalesnění – počet BK;

Ceny uvedeny bez DPH

U neoplocené zkusné plochy s ožinem neuvažujeme náklady za stavbu oplocenky, které činí 75 Kč za metr, což v případě zkusné plochy znamená 3 000 Kč a v přepočtu na hektar 30 000 Kč.

Tabulka 22: Ekonomické zhodnocení zkusných plochách bez oplocení a s ožinem

Činnost	Cena/MJ	Množství	Celkem na 0,01 ha (Kč)	Celkem na 1,00 ha (Kč)
BK 36-50 PRK	11,90	80/90	952/1071	95200/107100
Zalesnění (jamka)	6,20	80/90	496/558	49600/55800
Ožin	11000 (6x)	0,01	660	66000
Celkem (Kč)			2108/2289	210800/228900

MJ u BK – kusy; MJ u zalesnění – počet BK; MJ u ožinání – hektar;

Ceny uvedeny bez DPH

Tabulka 23: Ekonomické zhodnocení zkusných ploch bez oplocení a bez ožinu

Činnost	Cena/MJ	Množství	Celkem na 0,01 ha (Kč)	Celkem na 1,00 ha (Kč)
BK 36-50 PRK	11,90	80/90	952/1071	95200/107100
Zalesnění (jamka)	6,20	80/90	496/558	49600/55800
Celkem (Kč)			1448/1629	144800/162900

MJ u BK – kusy; MJ u zalesnění – počet BK;

Ceny uvedeny bez DPH

Nejlevnější variantou umělé obnovy byl management bez oplocení a bez ožinu. Při tomto způsobu byly náklady obnovy v průběhu tří let od založení na zkusné ploše téměř pětkrát nižší oproti plochám s oplocením a s ožinem. Na těchto plochách proběhlo tedy pouze zalesnění.

Na zkusných plochách ponechaných pro pozorování přirozené obnovy byly náklady pouze za oplocení ploch, tedy na stavbu oplocenky. Oplocení stojí 75 Kč za metr, což představovalo při čtvercové zkusné ploše 0,01 ha 40 metrů oplocení, a tudíž stejně jako u oplocených ploch pro umělou obnovu náklad 3 000 Kč na jednu zkusnou plochu.

6 Diskuze

V rámci zadání této diplomové práce byla pozorována a vyhodnocována obnova kalamitních holin po kůrovcové kalamitě. Obnova byla hodnocena z několika hledisek, jednalo se zejména o úspěšnost umělé a přirozené obnovy spolu s faktory, které jí ovlivňují. Tato práce navazuje na bakalářskou práci s názvem „Obnova lesních porostů po kůrovcové kalamitě na LHC Obecní lesy Zahořany“. Terénní šetření probíhalo po dobu 3 let. Přeměření výsledků proběhlo po prvním a následně po třetím vegetačním období.

Prvním sledovaným hlediskem byla schopnost odrůstání umělé obnovy v závislosti na stanovišti. Odrůstání bylo hodnoceno pomocí srovnání výšek a tloušťek kořenového krčku sazenic buku lesního. Vzhledem k přirozeným vlastnostem buku jako stinné dřeviny bylo otázkou, jaká bude úspěšnost obnovy v nepříznivých podmínkách kalamitní holiny. Podrázský et al. (2019) a Bednář et al. (2012) zmiňují na základě svých pozorování řadu negativ ve spojitosti s pěstováním buku na velkých holosečích. Jedná se například o zvýšenou mortalitu sazenic nebo o zhoršení kvality tvaru kmene na holé ploše. V souvislosti s tím doporučují pro vnášení buku do porostu maloplošné způsoby obnovy, od podsadeb po malé holé seče do velikosti 0,3 ha. Umělá obnova byla provedena na třech různých stanovištích diferencovaných podle hospodářského souboru, konkrétně se jednalo o HS 45, HS 47 a HS 57. Z výsledků bakalářské práce bylo patrné, že nejvíce sazenice buku přirůstaly jak výškově, tak tloušťkově na živném stanovišti HS 45. Tento trend pokračoval i v následujících dvou letech, kdy průměrná výška na zkusné ploše činila 114,57 cm a celkový výškový přírůst za tři vegetační období dosahoval 70,55 cm. Poměrně úspěšně se dařilo odrůstat obnově na HS 47. V rámci bakalářské práce byly na tomto stanovišti po prvním vegetačním období zjištěny téměř poloviční výškové přírůsty oproti stanovišti HS 45. Po přeměření na podzim 2022, tedy po třech vegetačních obdobích, byla průměrná výška na zkusné ploše 96,45 cm a celkový přírůst za tři vegetační období 60,04 cm. Oproti tomu na HS 57 byl zaznamenán nejnižší přírůst 22,46 cm s průměrnou výškou zkusné plochy 68,31 cm, ačkoliv při prvním měření výškové přírůsty byly srovnatelné s HS 47. Toto bylo z velké části způsobeno dočasným porušením oplocení zkusné plochy a následným okusem zvěří, který se následně projevil na výškovém přírůstu. Po statistickém ověření naměřených výšek na jednotlivých hospodářských souborech lze potvrdit, že stanoviště má přímý vliv na výškový růst ($p < 0,05$). Obdobné výsledky se projeví rovněž u přírůstu kořenového krčku,

kde na zkusné ploše HS 45 činila průměrná tloušťka 16,36 mm a celkový přírůst za tři vegetační období 11,04 mm. Na HS 47 byl opět zjištěn druhý největší přírůst 7,81 mm s průměrnou tloušťkou sazenic na zkusné ploše 13,52 mm. Nejmenší tloušťkový přírůst byl zaznamenán na HS 57, kde za tři vegetační období kořenový krček přirostl o 6,28 mm, což v porovnání s výškami není tak výrazný rozdíl a potvrzuje se tím, že na sníženém výškovém přírůstu zkusné plochy HS 57 se výrazně podílela zvěř. V případě naměřených tloušťek byl také zjištěn statisticky významný rozdíl v závislosti na hospodářském souboru ($p < 0,05$). Celkově z výsledků vyplynulo, že poměrně úspěšně se umělá obnova zdařila na HS 45 a HS 47. Na těchto plochách nebyl zaznamenán výrazně negativní vliv nepříznivých podmínek kalamitní plochy na přírůstové hodnoty. Podobný výsledek zmiňuje například Ammer (2003), který na základě svého pozorování uvádí, že buky vykazují lepší růst na slunci než na plochách se silným zastíněním. Nespornou výhodou úspěšné obnovy buku je, jak uvádí Slodičák (2017), že na těchto stanovištích buky plní biomeliorační funkci a na HS 45 ho lze také považovat za základní dřevinu cílové druhové skladby.

Pozorování potenciálu přirozené obnovy probíhalo na stejných stanovištích jako v případě umělé obnovy. Velkou převahu u přirozené obnovy mají dle očekávání zejména pionýrské dřeviny, které na většině zkusných ploch dominují již od jejich založení. Nejčastěji se vyskytujícími dřevinami byly bříza bělokorá a topol osika. Potenciálu pionýrských dřevin na kalamitních holinách se věnuje celá řada autorů. Martiník a Souček (2022) ve své práci zmiňují celou řadu pozitivních vlastností těchto dřevin. Jedná se zejména o vlastnosti spojené s adaptací na specifické prostředí kalamitních holin, ale rovněž zmiňují možnosti jejich hospodářského využití při uplatnění správných pěstebních postupů podobně jak je tomu například v severní Evropě. Právě již zmíněné vlastnosti pionýrských dřevin se projeví i v rámci této práce na většině zkusných ploch, kde nejen že se osiky a břízy vyskytovaly ve velikém množství, ale také velmi úspěšně odrůstaly. Průměrné výšky osiky a břízy na většině oplocených zkusných ploch po třech vegetačních obdobích dosahovaly okolo dvou metrů. Běžně se nacházeli ovšem jedinci, kteří dorůstali 4-5 metrů. Poměrně dobře v podmínkách kalamitních ploch také odrůstaly třešně a jívy, které se ovšem na zkusných plochách vyskytovaly v řádu jedinců.

Úspěch a potenciál přirozené obnovy dokazuje také fakt, že na oplocených zkusných plochách byla hustota náletu dostatečná, aby splňovala minimální hektarové počty pro zalesnění dle vyhlášky 456/2021 Sb. Rovněž je důležité zmínit,

že nejzastoupenější náletové dřeviny osika a bříza se řadí na všech třech stanovištích mezi meliorační a zpevňující dřeviny dle vyhlášky 298/2018 Sb.

Přirozená obnova naznačovala velký potenciál již po prvním vegetačním období, ale jelikož se jednalo o plochy bez ožinu, bylo otázkou jak se část jedinců, kteří se vyskytovali pod úrovní buřeně do budoucna dokáže prosadit. Negativní vliv silného zabuřenění se projevil částečně pouze na HS 45, kde došlo k poklesu počtu náletů z 97 jedinců na 73 jedinců. K výraznému rozvoji buřeně na tomto stanovišti došlo již během prvního vegetačního období a nutno připomenout, že se jedná o živné stanoviště a lesní typ 3S2. Na tyto možné komplikace také upozorňují Leugner a Bartoš (2019), kteří zmiňují rizika využití přirozené obnovy přípravných dřevin ve spojení s rychlým nástupem buřeně na středně bohatých a vodou ovlivněných půdách. Na druhou stranu většina jedinců buřeni úspěšně odrostla a dosahují na tomto stanovišti největších přírůstových hodnot.

Dostatečná hustota zmlazení nabízí celou řadu možností využití pionýrských dřevin, a to zejména ve formě přípravných porostů, kdy podstata tohoto postupu spočívá ve využití pionýrských dřevin v první fázi obnovy, takto vzniklé porosty jsou následně ve druhé fázi obnovy doplňovány nebo v případě potřeby úplně nahrazovány cílovými dřevinami. Další alternativou použití přípravných dřevin může být kombinovaná umělá a přirozená obnova, kdy je kostra nového porostu vytvořena uměle cílovými dřevinami s použitím snížených hektarových počtů. Pro následné doplnění k zajištění minimálních hektarových počtů zajištěného porostu se využije přirozená obnova. Možnostmi uplatnění přípravných dřevin a jejich konkrétními pěstebními postupy se zabývá například General obnovy lesních porostů po kalamitě (2021). Leugner a Bartoš (2019) zmiňují celou řadu pozitivních efektů ve využití přípravných dřevin při obnově kalamitních holin, tímto způsobem lze v lesních porostech docílit alespoň částečné věkové a prostorové diferenciace, což s sebou do budoucna přináší větší ekologickou stabilitu lesních porostů.

Mimo pionýrské dřeviny se na zkusných plochách nacházel ve větší početnosti dub, a to hlavně na HS 47 a HS 45. S postupným vývojem přirozené obnovy lze očekávat početní nárůst dalších cílových dřevin, o čemž se ve své práci zmiňují také Souček et al. (2019). Částečně odlišné výsledky se projeví na HS 57, kde na neoplocené zkusné ploše dominovaly jehličnaté dřeviny, konkrétně borovice, smrk a modřín.

K největším omezujícím činitelům obnovy kalamitních holin, jak již vyplynulo z výsledků předešlé bakalářské práce, patřila buřeň a poškození způsobené zvěří. Negativní vliv těchto faktorů zmiňuje ve svém experimentu také Martiník et al. (2016) nebo v podobně zaměřené bakalářské práci Korecký (2021). K největšímu zabuřnění došlo na HS 45 a HS 47. Na obou stanovištích nabývaly výšky větších hodnot na zkusných plochách s ožinem. Na HS 45 ovšem nebyl rozdíl výšek na ploše s ožinem a bez ožinu vyhodnocen jako statisticky významný ($p > 0,05$). Naopak na HS 47 statistické ověření potvrdilo, že buřeň má na tomto stanovišti na výškový přírůst negativní vliv ($p < 0,05$). V případě HS 57 bylo na zkusných plochách zabuřnění mírnější a tomu odpovídaly i výsledky, kdy se výšky v závislosti na ožinu téměř neodlišovaly. To navíc bylo opět ovlivněno již zmíněným porušením oplocení, následkem toho došlo k poškození sazenic okusem, což se projevilo hlavně na zkusné ploše s ožinem.

Vliv buřně se rovněž projevil na přírůstu kořenového krčku. Na stanovištích HS 45 a HS 47 byly opět zjištěny výrazné rozdíly v závislosti na tom, jestli se jednalo o plochu s ožinem nebo bez ožinu. Tento rozdíl lze nejlépe vystihnout na celkovém přírůstu kořenového krčku během třech vegetačních období. Na HS 45 se na ploše bez ožinu přírůst snížil o 41 % a na HS 47 byl zaznamenán pokles o 44 %. Mírné zabuřnění na zkusné ploše HS 57 způsobilo snížení přírůstu pouze o 23 %. Při statistickém ověření byl zjištěn významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi tloušťkami v závislosti na ožínání na HS 45 a HS 47. Na těchto stanovištích lze tedy tvrdit, že ožínání se pozitivně projevilo na přírůstu kořenového krčku. Na HS 57 se tloušťky statisticky výrazně nelišily. Ve výsledku se vliv buřně projevil negativně jak na tloušťkový, tak výškový přírůst. Větší vliv byl ovšem zjištěn na přírůst kořenového krčku. To je nejspíše způsobeno snahou sazenic, co nejrychleji předrůst nežádoucí vegetaci a odrůst jejímu negativnímu vlivu. Podobné výsledky ve své práci prezentují Leugner et al. (2015), kteří dospěli k závěru, že tloušťkový přírůst klesá se snižujícím se přístupem světla. To se projevilo hlavně na živném a oglejeném stanovišti, kde bylo zabuřnění v takové míře, že značná část sazenic přežívala zastíněná v podúrovni vegetace. Na HS 45 a HS 47 lze tedy jednoznačně ožin doporučit a je možné souhlasit s tvrzením Zahradníka et al. (2014), že hubení buřně je základním předpokladem pro úspěšnou obnovu a následné odrůstání porostů.

Již zmíněným druhým sledovaným omezujícím faktorem obnovy byla zvěř. Značné poškození se projevilo již během prvního vegetačního období, kdy bylo HS 45

a HS 57 poškozeno až 70 % bukových sazenic. Jedná se o stanoviště s vysokou koncentrací zvěře, a to zejména dančí, která je ve zdejší lokalitě nejrozšířenějším druhem. Oproti tomu na HS 47 bylo poškozeno přibližně 40 % sazenic. Poškození bylo způsobeno většinou okusem a v ojedinělých případech také vytloukáním. Rozsah poškození byl také různý, od bočního okusu až po poškození, které vedlo k úhynu celé sazenice. To se následně projevilo ve veliké míře na mortalitě sazenic, která na HS 57 po třech vegetačních obdobích dosahovala téměř 100 %. Způsobené poškození se také velmi projevilo na odrůstání sazenic. Na HS 45 byla průměrná výška na zkusné ploše bez oplocení o více jak 55 % nižší oproti oplocené ploše. Na HS 47 nebyl pokles vzhledem k nižšímu tlaku zvěře tak výrazný a průměrná výška se snížila o 32 %. Velmi podobné výsledky byly zjištěny i v případě kořenového krčku, kde se sledované veličiny na HS 45 snížily téměř o 50 % a k výraznému poklesu došlo rovněž na HS 47. Částečně se jako ochrana sazenic před zvěří jevila buřen, když například na HS 45 dosahovaly sazenice buku po třech letech na neoplocené ploše bez ožinu větších výšek, a i ujmavost sazenic zde byla vyšší. To bylo pravděpodobně způsobeno silným zabuřeněním plochy, což ztížilo zvěři přístup a vyhledávání bukových sazenic. Toto tvrzení ovšem nelze na základě statistického ověření potvrdit, protože podle toho není ve většině sledovaných hodnot statisticky významný rozdíl v závislosti na tom, zdali jsou chráněny buřením či ne.

Problematiku škod zvěří zmiňuje také na základě vyhodnocení poškození lesa pomocí kontrolních a srovnávacích ploch Turek et al. (2021), kteří zmiňují, že kritická míra poškození jednotlivých dřevin okusem a vytloukáním byla v ČR překročena zejména u významných hospodářských dřevin (jedle, borovice, buk a dub). Škody způsobené zvěří rovněž nejsou pouze finančním problémem, kdy je potřeba značně investovat do ochranných opatření a případně vylepšení. Rozsah poškození se může projevit rovněž v budoucnu snížením stability porostů vůči abiotickým a biotickým vlivům.

Vliv zvěře byl rovněž zaznamenán u přirozené obnovy, kde se v závislosti na stanovišti projevil početností zmlazení, poklesem druhové pestrosti a snížením výšek na plochách. Na HS 45 se projevil výrazně úbytek jedinců na neoplocené zkusné ploše. Na druhou stranu i zde se nacházeli jedinci, zejména pionýrských dřevin, kteří již úspěšně odrostli negativnímu vlivu zvěře i buřeně. Na HS 47 došlo rovněž ke snížení počtu jedinců na zkusné ploše, ovšem zde byla hustota zmlazení stále dostatečná, aby bylo možné považovat porost za zalesněný a zajištěný. Jak již bylo zmíněno na neoplocené zkusné

ploše HS 57 se vyskytovaly pouze jehličnaté dřeviny, to bylo pravděpodobně způsobené zvěří, pro kterou jsou pionýrské dřeviny atraktivní okusovou dřevinou. Lokalita HS 57 se nachází v odlehlé a nepřístupné části lesního komplexu, kde má zvěř klid po celý den. To se projevilo redukcí druhové skladby přirozené obnovy a pak značným poškozením umělé obnovy.

Mortalita se na zkusných plochách vyhodnocovala také po prvním a následně po třetím vegetačním období. Na všech stanovištích byl nejmenší nezdar zalesnění zaznamenán na oplocených zkusných plochách s ožinem. Na všech stanovištích došlo k největší mortalitě během prvního vegetačního období, pravděpodobně v důsledku šoku z přesazení. V následujících dvou letech již na zkusných plochách HS 45 a HS 47 nebyla mortalita žádná nebo pouze v řádu jedinců. Největší ujímavost 88 % byla zaznamenána po třech vegetačních obdobích na HS 47. Naopak nejmenší na HS 57, kde se úspěšně ujalo pouze 67 % sazenic, na tomto se zvýšená mortalita projevila již po prvním vegetačním období. To bylo nejspíše způsobené tím, že se jednalo o nejvíce exponované stanoviště z vybraných lokalit, a navíc zde došlo v průběhu prvního vegetačního období k odtěžení sousedního porostu, to podmínky na zkusné ploše ještě zhoršilo. Na úspěchu zalesnění se ve velké míře projevila buřeň a zvěř. Podrázský et al. (2019) zmiňují i další rizika ve spojení s obnovou buku na rozsáhlých holosečích v rámci jejich výzkumu v 5. vegetačním stupni. Mezi ty řadí hlavně například poškození mrazem. Na HS 45 a 47 bylo silné zabuřnění a ujímavost se pohybovala okolo 65 % až 72 %. Vliv zvěře se na lokalitách s vysokou koncentrací zvěře promítl na nezdar zalesnění ještě více než vliv buřně. Na HS 45 byla po třech letech ujímavost 37 % na ploše s ožinem a mírně přes 50 % na ploše bez ožinu. Na HS 57 se obnova z důvodu extrémního tlaku zvěře nezdařila vůbec, jelikož zde ani na jedné zkusné ploše nepřežilo více jak 10 % životaschopných jedinců. Na stanovišti HS 47 měla zvěř na úspěch obnovy podobný vliv jako buřeň a ujímavost se pohybovala okolo 70 %. Z výsledků tedy jednoznačně vyplynulo, že pro úspěšnou obnovu buku je oplocení a ožin na většině stanovišť nezbytné. To rovněž potvrzuje Poleno et al. (2009), kteří zmiňují, že smíšené a listnaté porosty nelze vypěstovat bez vysokých nákladů na ochranu.

7 Závěr

Diplomová práce se zabírala v současnosti velmi aktuálním a diskutovaným tématem obnovy kalamitních holin. V rámci práce byla zpracována literární rešerše, která se zabírala rozsahem kůrovcové kalamity, podmínkami působícími na odlesněných plochách a zhodnotila také možné přístupy a postupy při obnově kalamitních holin. Samotným cílem práce bylo zhodnotit umělou obnovu a vyhodnotit potenciál přirozené obnovy. K tomuto účelu byly vybrány tři lokality v závislosti na hospodářském souboru, konkrétně se jednalo o HS 45, HS 47 a HS 57. Na těchto lokalitách bylo za účelem pozorování založeno 6 zkusných ploch o velikosti 10 x 10 m, 4 plochy pro sledování úspěšnosti umělé obnovy a faktorů jí ovlivňujících a 2 plochy pro hodnocení potenciálu přirozené obnovy. Tato práce navazuje na bakalářskou práci „Obnova lesních porostů po kůrovcové kalamitě na LHC Obecní lesy Zahořany“ z roku 2021. Celkově šetření probíhalo od jara 2020 do podzimu 2022 na již zmíněném majetku obce Zahořany.

Zkusné plochy určené pro vyhodnocování umělé obnovy byly zalesněny bukem lesním (*Fagus sylvatica*), což není vzhledem k jeho vlastnostem typicky vhodná dřevina pro zalesnění rozsáhlých odlesněných ploch s extrémními podmínkami a bylo otázkou, jak úspěšná obnova bude. Z výsledků je zřejmé, že buk nejlépe odrůstal, jak výškově, tak tloušťkově na živném stanovišti HS 45. Poměrně dobře se buku také dařilo na oglejeném stanovišti HS 47, ačkoliv to výsledky po prvním vegetačním období nenaznačovaly a přírůstové hodnoty zde byly poloviční oproti HS 45. Během dalších dvou let se bukové sazenice ovšem přizpůsobily podmínkám na kalamitní ploše a dosahovaly podobných přírůstových hodnot jako na HS 45. Na těchto stanovištích se projevila také poměrně dobrá ujímavost sazenic, kdy se na HS 45 po třech letech od založení zkusné plochy nacházelo 86 % životaschopných jedinců, respektive 88 % na HS 47. Nejméně úspěšná byla umělá obnova na HS 57, kde sazenice neodrůstaly, a navíc zde byla zjištěna vysoká mortalita sazenic. To bylo způsobeno pravděpodobně souběhem několika faktorů, jednak se jednalo o plochu, kde na obnovu působilo největší oslunění, v průběhu prvního roku po založení byla odtěžena část sousedního porostu a v neposlední řadě zde došlo k dočasnému poškození oplocení a část sazenic byla poškozena zvěří.

Právě faktor zvěře se projevil jako nejvíce limitující činitel pro obnovu lesa listnatými dřevinami nebo jedlí. Z výsledků této práce jednoznačně vyplynula nutnost

využití oplocení pro úspěšnou obnovu porostů těmito dřevinami. To se potvrdilo na lokalitách HS 45 a HS 57 s vysokou koncentrací zvěře, kde se obnova na plochách bez oplocení ukázala jako téměř nemožná, když například na HS 57 bylo zvěří poškozeno více jak 90 % sazenic. Na lokalitě HS 47 s nižší koncentrací zvěře nebyla mortalita buku extrémně vysoká, na druhou stranu i zde docházelo k četnému poškození, což se může projevit na kvalitě porostu v budoucnu. Druhým limitujícím činitelem byla buřň, která se projevila jak na přírůstových hodnotách, tak na mortalitě. Navíc se plochy bez ožinu vyznačovaly mnohem větším rozptylem naměřených výšek i větší nepravidelností v rozmístění životaschopných sazenic. Tyto faktory by v případě listnatých dřevin do budoucna mohly výrazně ovlivnit a zkomplikovat výchovu. Silné zabuřnění se dostavilo hlavně na živném stanovišti HS 45 a na oglejeném stanovišti HS 47. Na těchto stanovištích lze tedy na základě výsledků ožínání doporučit.

V případě přirozené obnovy se projevil potenciál zejména u pionýrských dřevin, které se v poměrně značném počtu prosadily téměř na všech lokalitách. V případě oplocených ploch navíc i velmi dobře odrůstají a běžně dorůstají výšky 4 až 5 metrů. Hustota zmlazení na oplocených zkusných plochách byla minimálně 7 300 jedinců na hektar, a na HS 47 dokonce dosahovala 14 300 jedinců na hektar. Největší podíl v zastoupení měly bříza a osika. Tyto dřeviny lze jednak využít k založení přípravných porostů, jejich využitím lze docílit i celé řady dalších pozitivních efektů. Mohou přispět ke zvýšení druhové i věkové diverzity porostů. Navíc se jedná o dřeviny, které se řadí mezi meliorační a zpevňující dřeviny. Mimo tyto pionýrské druhy se v přirozené obnově začaly ojediněle objevovat dřeviny, které lze považovat za cílové a jedná se zejména o dub a borovici v případě HS 45 a HS 47. Na HS 57 to pak byla borovice, smrk a modřín. Ovšem i v případě přirozené obnovy se jako omezující prvek projevila zvěř, to se ukázalo na neoplocených zkusných plochách poklesem počtu náletových jedinců, druhové pestrosti a snížením průměrných výšek jednotlivých druhů v důsledku okusu.

8 Seznam použité literatury

- AMANN, G. *Hmyz v lese: kapesní obrazový atlas*. Vimperk: Nakladatelství J. Steinbrener, 1995, 344 s. ISBN 80-901324-8-0.
- AMMER, C. Growth and biomass partitioning of *Fagus sylvatica* L. and *Quercus robur* L. seedlings in response to shading and small changes in the R/FR-ratio of radiation. *Annals of Forest Science*. 2003, 60 (2), s.163-171.
- BEDNÁŘ, P. Modřín opadavý – vhodná dřevina pro budoucí smíšené lesy? *Lesnická práce*. 2021,100 (4), s. 38-42.
- BEDNÁŘ, P., VANĚK, P., KREJZA, J. Vliv velikosti holosečného obnovního prvku na vývoj bukových kultur. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2012, 57 (4), s. 337-343.
- BIEDERMANN, P.H.W., MÜLLER, J., GRÉGOIRE, J., GRUPPE, A., HAGGE, J., HAMMERBACHER, A., HOFSTETTER, R.W., KANDASAMY, D., KOLARIK, M., KOSTOVCIK, M., KROKENE, P., SALLÉ, A., SIX, D.L., TURRINI, T., VANDERPOOL, D., WINGFIELD, M.J., BASSLER, C. Bark beetle population dynamics in the anthropocene: challenges and solutions. *Trends in Ecology & Evolution*. 2019, 34 (10), s. 914-924.
- DVOŘÁK, J., FRANC, J., VALDMAN, S. *Cvičení z lesnické mechanizace*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006, 237 s. ISBN: 80-213-1224-5
- DUBOIS H., VERKASALO E., CLAESSENS H. Potential of birch (*Betula pendula* Roth and *B. pubescens* Ehrh.) for forestry and forest-based industry sector within the changing climatic and socio-economic context of Western Europe. *Forests*. 2020, 11(3), 336.
- DUŠÁTKO, M., MARCHAND, W., SVOBODA, M., MATULA, R. České lesy pod tlakem: sucho vytváří stresové podmínky růstu. *Lesnická práce*. 2022, 101(4), s. 42-43.
- HLÁSNÝ, T., MERGANIČOVÁ, K., MODLINGER, R., MARUŠÁK, R., LÖVE, R., TURČÁNI, M. Prognóza vývoje kůrovcové kalamity a nová platforma pro šíření informací o lesích v České republice. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2021, 66(3), s. 197-205.

HYNYNEN, J., NIEMISTO, P., VIHARA-AARNIO, A., BRUNNER, A., HEIN, S., VELLING, P. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry*. 2010, 83(1), s. 103-119.

KANTOR, P. et al. *Pěstění lesa, skripta – učební text*. Mendelova univerzita v Brně, 2014, 153 s.

KINDLMANN, P., MATĚJKA, K., DOLEŽAL, P. *Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody*. Praha: Karolinum, 2012, 328 s. ISBN 978-80-246-2155-5.

KORECKÝ, Š. *Obnova lesa po kůrovcové kalamitě na LHC Jemniště*. Praha, 2021, Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů. Vedoucí práce prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

KORPEL, Š. *Pestovanie lesa*. Bratislava: Príroda. 1991, 465 s., ISBN 80-07-00428-9.

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

KUSBACH, A., HRUBAN R. Osika: všudybylka, popelka a buřeň kulturních lesů? *Lesnická práce*. 2020, 99(3), s. 17-19.

Lesní hospodářský plán: Textová část LHP. Plzeňský Lesprojekt, a.s. 2014

LEUGNER, J. Obnova kalamitních holin. *Lesnická práce*. 2019, 98(3), s. 18-19.

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, J., JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J. Vyhodnocení růstu buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) v různých světelných podmínkách. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2015, 60 (2), s. 98-103.

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.

MARTINÍK, A. Bříza - "mocná" dřevina a nemocné lesy. *Lesnická práce*. 2012, 91(3), s. 22-24.

- MARTINÍK, A., DOBROVOLNÝ, L., HURT, V. Potencionál kombinované obnovy lesa na kalamitních holinách nižších poloh. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2016, 61(2), s. 125-131.
- MARTINÍK, A., SOUČEK, J. Vliv stanoviště na růst a produkci vybraných druhů pionýrských dřevin – review. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2022, 67(3), s. 155-163.
- MAUER, O. *Zakládání lesů I. Učební text*. Brno: Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009, 172 s.
- MUSIL, I., HAMERNÍK, J. *Lesnická dendrologie 1. Jehličnaté dřeviny*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2003, 177 s. ISBN 80-213-0992-X.
- MUSIL, I., MÖLLEROVÁ, J. *Lesnická dendrologie 2*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2005, 216 s. ISBN 80-213-1367-6.
- MZe (2020): *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2020*. Praha: Ministerstvo zemědělství. 2020, 128 s. ISBN 978-80-7434-625-5.
- MZe (2021): *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021*. Praha: Ministerstvo zemědělství. 2022, 144 s. ISBN 978-80-7434-669-9.
- 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.
- PFEFFER, A. *Kůrovec, lýkožrout smrkový a boj proti němu*. Praha: Brázda, 1952, 44 s.
- PODRÁZSKÝ, V. Meliorační a zpevňující dřeviny – přínos, nebo ztráta? *Lesnická práce*. 2005, 84 (7), s. 12-13.
- 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.
- POLENO, Z. et al. *Pěstování lesů III*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009, 952 s. ISBN 978-80-87154-34-2.
- POSTLER, P. Historie kalamit v českých a moravských zemích. In: LENOCH, J. (ed.), *Ekonomické aspekty ochrany lesa: sborník referátů ze semináře EK OLH ČAZV se zahraniční účastí: Jeseníky, 5.-6. května 2005*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005, s. 66-67. ISBN 80-7157-892-4.

PRŮŠA, E. *Pěstování lesů na typologických základech*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2001, 593 s. ISBN 80-86386-10-4.

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*. 2006, 52(4), s. 158-171.

SIMANOV, V. (2014): Kalamity v historii a současnosti. *Lesnická práce*. 2014, 93(9), s. 21-23.

SLODIČÁK, M., NOVÁK, J., *Výchova lesních porostů hlavních hospodářských dřevin*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2007, 46 s. ISBN 978-80-86461-89-2.

SLODIČÁK, M., KACÁLEK, D., MAUER, O., DUŠEK, D., et al. *Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin v CHS borového a smrkového hospodářství*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2017, 44 s. ISBN 978-80-7417-153-6

SOUČEK, J., ŠPULÁK, O., LEUGNER, J. Vývoj porostu s dominancí břízy a osiky na kalamitní holině. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2019, 64(4), s. 191-197.

ŠTIPL, P. *Hospodářská úprava lesů*. Hranice: Střední lesnická škola Hranice, 1997, 128 s.

ŠVÉDA, K., PULKRAB, K., BUKÁČEK, J. Modelové druhové skladby s rozdílným zastoupením cílových a přípravných dřevin: komparace nákladů na obnovu lesa a vyhodnocení potenciální hodnoty porostů v mýtním věku. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2020, 65(3), s. 164-174.

TOTH, D., MAITAH, M., MAITAH, K., JAROLÍNOVÁ, V. The impacts of calamity logging on the development of spruce wood prices in Czech forestry. *Forests*. 11: 283.

TUREK, K., KŘÍSTEK, Š., KUBIŠTA, J. Vyhodnocení poškození lesa zvěří pomocí porovnávacích kontrolních a srovnávacích ploch v ČR v letech 2013–2020. *Lesnická práce*. 2021, 100(9), s. 20–22

ÚHUL, VULHM. *General obnovy lesních porostů po kalamitě*, 2021

ÚHÚL – OPRL 1999. *Oblastní plán rozvoje lesů, PLO 6 – Západočeská pahorkatina*. ÚHÚL Brandýs nad Labem, pobočka Plzeň.

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, Z., VACEK, S., BÍLEK, L., BALÁŠ, M. *Základy pěstování lesů*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2020, 120 s., ISBN 978-80-213-3043-6

Vyhláška č. 76/2018 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 101/1996Sb., kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzoru lesní stráže, ve znění vyhlášky č. 236/2000 Sb.

Vyhláška č. 101/1996 Sb. Ministerstva zemědělství, kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní stráže.

Vyhláška č. 139/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa.

Vyhláška č. 298/2018 Sb. o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů.

WERMELINGER, B. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*—a review of recent research. *Forest Ecology and Management*. 2004, 202(1-3), s. 67-82.

www.mapy.cz

ZAHRADNÍK, P., HOLUŠA, J. et al. *Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2014, 374 s. ISBN 978-80-7458-057-4.

ZAHRADNÍK, P., KNÍŽEK, M. Lýkožrouti na smrku a sucho. *Lesnická práce*. 2016, 95(4), s. 1-8.

ZAHRADNÍK, P., ZAHRADNÍKOVÁ, M. Kůrovcová kalamita z historického pohledu a možnosti řešení. 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. 51-57.

Zákon č. 289/1995 Sb. lesní zákon

9 Přílohy

Seznam příloh

Příloha 1: Okus zaznamenaný během prvního vegetačního období	104
Příloha 2: Buření utlačovaná sazenice na HS 45	104
Příloha 3: Zabuření zkusné plochy HS 45 bez ožinu v průběhu prvního vegetačního období	105
Příloha 4: Zbuření zkusné plochy HS 45 bez ožinu po třech vegetačních obdobích	105
Příloha 5: Zabuření zkusné ploše HS 47 bez ožinu po třech vegetačních obdobích.	106
Příloha 6: Sazenice buku utlačovaná buření	106
Příloha 7: Sazenice buku úspěšně odrůstající negativnímu buření	107
Příloha 8: Sazenice buku poškozená okusem	107
Příloha 9: Modřín z přirozené zmlazení poškozený vytloukáním	108
Příloha 10: Výstup Kruskal-Wallisova testu pro zjištění, jestli je rozdíl mezi výškami na oplocených zkusných plochách s ožinem v závislosti na HS	108
Příloha 11: Výstup Wilcoxonova párového testu pro zjištění, jak významný je rozdíl ve výškách mezi jednotlivými hospodářskými soubory	108
Příloha 12: Výstup Kruskal-Wallisova testu pro zjištění, jestli je rozdíl mezi tloušťkami kořenového krčku na oplocených zkusných plochách s ožinem v závislosti na HS	109
Příloha 13: Výstup Wilcoxonova párového testu pro zjištění, jak významný je rozdíl v tloušťkách kořenového krčku mezi jednotlivými HS	109
Příloha 14: Výstup z dvouvýběrového Welshova t-testu pro zjištění, jestli má na HS 45 ožin vliv na výškový přírůst.....	109
Příloha 15: Výstup z dvouvýběrového Welshova t-testu pro zjištění, jestli má na HS 47 ožin vliv na výškový přírůst.....	109
Příloha 16: Výstup z dvouvýběrového Welshova t-testu pro zjištění, jestli má na HS 57 ožin vliv na výškový přírůst.....	110
Příloha 17: Výstup z dvouvýběrového Welshova t-testu pro zjištění, jestli má na HS 45 ožin vliv na tloušťkový přírůst kořenového krčku.....	110
Příloha 18: Výstup z dvouvýběrového Welshova t-testu pro zjištění, jestli má na HS 47 ožin vliv na tloušťkový přírůst kořenového krčku.....	110

Příloha 19: Výstup z dvouvýběrového Welshova t-testu pro zjištění, jestli má na HS 47 ožin vliv na tloušťkový přírůst kořenového krčku.....	110
---	-----

Příloha 1: Okus zaznamenaný během prvního vegetačního období



Příloha 2: Buření utlačovaná sazenice na HS 45



Příloha 3: Zabuření zkusné plochy HS 45 bez ožinu v průběhu prvního vegetačního období



Příloha 4: Zbuření zkusné plochy HS 45 bez ožinu po třech vegetačních obdobích



Příloha 5: Zabuření zkusné ploše HS 47 bez ožinu po třech vegetačních obdobích



Příloha 6: Sazenice buku utlačovaná buření



Příloha 7: Sazenice buku úspěšně odrůstající negativnímu buření



Příloha 8: Sazenice buku poškozená okusem



Příloha 9: Modřín z přirozené zmlazení poškozený vyloukáním



Příloha 10: Výstup Kruskal-Wallisova testu pro zjištění, jestli je rozdíl mezi výškami na oplocených zkušných plochách s ožinem v závislosti na HS

```
Kruskal-Wallis rank sum test

data:  vyska by plocha
Kruskal-Wallis chi-squared = 47.06, df = 2, p-value = 6.041e-11
```

Příloha 11: Výstup Wilcoxonova párového testu pro zjištění, jak významný je rozdíl ve výškách mezi jednotlivými hospodářskými soubory

```
Pairwise comparisons using Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  data$vyska and data$HS

      HS_45  HS_47
HS_47 0.004  -
HS_57 3.7e-11 1.7e-05

P value adjustment method: holm
> |
```

Příloha 13: Výstup Kruskal-Wallisova testu pro zjištění, jestli je rozdíl mezi tloušťkami kořenového krčku na oplocených zkusných plochách s ožinem v závislosti na HS

```
Kruskal-Wallis rank sum test

data: data$krcky by data$HS
Kruskal-Wallis chi-squared = 43.179, df = 2, p-value = 4.206e-10
```

Příloha 12: Výstup Wilcoxonova párového testu pro zjištění, jak významný je rozdíl v tloušťkách kořenového krčku mezi jednotlivými HS

```
      HS_45  HS_47
HS_47 0.00021 -
HS_57 3.1e-09 0.00021

P value adjustment method: holm
```

Příloha 14: Výstup z dvouvýběrového Welshova t-testu pro zjištění, jestli má na HS 45 ožin vliv na výškový přírůst

```
> t.test(data$vyška[data$HS=="HS_45_ožin"],data$vyška[data$HS=="HS_45_neožin"],var.equal=FALSE)

Welch Two Sample t-test

data: data$vyška[data$HS == "HS_45_ožin"] and data$vyška[data$HS == "HS_45_neožin"]
t = 1.9475, df = 111.15, p-value = 0.05399
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.2504445 28.9440949
sample estimates:
mean of x mean of y
114.5672 100.2203
```

Příloha 15: Výstup z dvouvýběrového Welshova t-testu pro zjištění, jestli má na HS 47 ožin vliv na výškový přírůst

```
Welch Two Sample t-test

data: data$vyška[data$HS == "HS_47_ožin"] and data$vyška[data$HS == "HS_47_neožin"]
t = 3.988, df = 129.61, p-value = 0.0004711
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 9.168063 31.706514
sample estimates:
mean of x mean of y
95.70000 75.26271
```

Příloha 17: Výstup z dvouvýběrového Welshova t-testu pro zjištění, jestli má na HS 57 ožin vliv na výškový přírůst

```
Welch Two Sample t-test

data: data$vyška[data$HS == "HS_57_ožin"] and data$vyška[data$HS == "HS_57_neožin"]
t = -0.35522, df = 60.504, p-value = 0.7237
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -14.78785  10.32713
sample estimates:
mean of x mean of y
 68.31250  70.54286
```

Příloha 16: Výstup z dvouvýběrového Welshova t-testu pro zjištění, jestli má na HS 45 ožin vliv na tloušťkový přírůst kořenového krčku

```
Welch Two Sample t-test

data: data$krcky[data$HS == "HS_45_ožin"] and data$krcky[data$HS == "HS_45_neožin"]
t = 6.271, df = 124, p-value = 5.446e-09
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
  3.228567  6.206495
sample estimates:
mean of x mean of y
 16.35821  11.64068
```

Příloha 18: Výstup z dvouvýběrového Welshova t-testu pro zjištění, jestli má na HS 47 ožin vliv na tloušťkový přírůst kořenového krčku

```
Welch Two Sample t-test

data: data$krcky[data$HS == "HS_47_ožin"] and data$krcky[data$HS == "HS_47_neožin"]
t = 6.0827, df = 130.45, p-value = 1.223e-08
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
  2.159436  4.241114
sample estimates:
mean of x mean of y
 13.51892  10.31864
```

Příloha 19: Výstup z dvouvýběrového Welshova t-testu pro zjištění, jestli má na HS 47 ožin vliv na tloušťkový přírůst kořenového krčku

```
Welch Two Sample t-test

data: data$krcky[data$HS == "HS_57_ožin"] and data$krcky[data$HS == "HS_57_neožin"]
t = 1.9291, df = 76.739, p-value = 0.05741
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.04298633  2.70727204
sample estimates:
mean of x mean of y
 10.975000  9.642857
```