

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



Potenciál alternativních postupů obnovy lesních dřevin na
kalamitních holinách v podmínkách kyselých a živných stanovišť
středních poloh

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Ondřej Dubský

Vedoucí práce: doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Ondřej Dubský

Lesní inženýrství
Lesní inženýrství

Název práce

Potenciál alternativních postupů obnovy lesních dřevin na kalamitních holinách v podmínkách kyselých a živných stanovišť středních poloh

Název anglicky

Potential of Alternative Regeneration approaches of Forest Tree Species on Post-calamity Clearings in Conditions of Acidic and Nutrient Rich Sites at Middle Elevations

Cíle práce

Cílem práce je na vybraných kalamitních holinách ve 3. až 4. lesním vegetačním stupni (přednostně v podmínkách CHS 43 a 45) vyhodnotit potenciál přirozené obnovy. V závislosti na technologii přípravy půdy bude na experimentálních plochách hodnocen počet a druhové zastoupení semenáčků lesních dřevin. Jako kontrolní šetření bude na stejných stanovištích hodnocena úspěšnost umělé obnovy vybraných hospodářských dřevin.

Metodika

Metodika:

- Založení sítě experimentálních ploch; pro každý CHS budou založeny minimálně 2 plochy o rozměrech 25 x 25 m (termín květen 2021)
- Získání detailního přehledu k dané problematice studiem odborné literatury a vypracování literární rešerše (termín říjen 2021)
- Ukončení terénního šetření zaměřeného na inventarizaci jedinců přirozené a umělé obnovy (termín listopad 2021)
- Porovnání stavu a vývoje obnovy pro jednotlivé varianty s využitím vhodných statistických metod (termín leden 2022)
- Formulace výsledků, diskusní kapitoly a doporučení pro lesnickou praxi (termín březen 2022)

Doporučený rozsah práce

Minimálně 50 normovaných stran textu bez příloh

Klíčová slova

Přirozená obnova, umělá obnova, příprava půdy, mortalita, okus

Doporučené zdroje informací

- Brang P., Spathelf P.J., Larsen B., Bauhus J., Boncčina A., Chauvin Ch., Drössler L., García-Güemes C., Heiri C., Kerr G., Lexer M.J., Mason B., Mohren F., Mühlethaler U., Nocentini S., Svoboda M. (2014): Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 87(4): 492–503. DOI: 10.1093/forestry/cpu018.
- Hlásny T., Mátyás C., Seidl R., Kulla L., Merganičová K., Trombik J., Dobor L., Barcza Z., Konôpka B. (2014): Climate change increases the drought risk in Central European forests: what are the options for adaptation? *Lesnícky časopis – Forestry Journal*: 5–18.
- Hurt V., Mauer O. (2016): Podsadby přípravných porostů břízy bělokoré, olše a jeřábu ptačího bukem lesním a jedlí bělokorou: certifikovaná metodika. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 38 s.
- Martiník A., Adamec Z., Houška J. (2017): Production and soil restoration effect of pioneer tree species in a region of allochthonous Norway spruce dieback. *Journal of Forest Science*, 63: 34–44.
- Martiník A. (2019): Uplatnění břízy (*Betula pendula* Roth) a osiky (*Populus tremula* L.) při obnově a tvorbě lesa po disturbancích, *Lesnická práce*. ISBN 978-80-7458-111-3
- Poleno Z., Vacek, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. – Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce*, 1012 s.
- Souček J., Špulák O., Leugner J., Pulkrab K., Sloup R., Jurásek A., Martiník A. (2016): Dvoufázová obnova lesa na kalamitních holinách s využitím přípravných dřevin. *Certifikovaná metodika*. Strnady, VÚLHM: 35 s.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Konzultant

Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 27. 4. 2021

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 26. 7. 2021

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 14. 03. 2022

Abstrakt

Stále se zvyšující teplotní extrémny v důsledku klimatické změny způsobují častější výskyt a intenzitu disturbancí v lesních porostech. Při výskytu kalamitních holin je nutné přejít k její opětovné obnově – ať už přirozené, umělé či jejich kombinací. Tato studie se zaměřuje na potenciál sukcese a umělé obnovy v cílovém hospodářském souboru (dále CHS) 43 a 45. Dále má studie za úkol posoudit vliv různých způsobů přípravy půdy na úspěšnost přirozené obnovy a zhodnotit tlak způsobený zvěří na oplocených a neoplocených plochách. Ve výzkumu se bere v potaz také vliv bylinného patra na úspěšnost přirozené obnovy. Výzkum probíhal v přírodní lesní oblasti (dále PLO) Křivoklátsko a Český kras a v okolí obce Lány (okres Kladno). U přirozené obnovy proběhl sběr dat ve třech etapách v rozmezí čtyř měsíců. Na každé zkusné ploše byl sledován počet semenáčků jednotlivých druhů dřevin a procentuální zastoupení pokryvností bylinného patra a půdy. Při posledním měření byla sledována také výška a okus semenáčků. U umělé obnovy proběhl sběr dat pouze jednou a byla zde sledována mortalita, okus a výška sazenic. Vyhodnocené výsledky u přirozené obnovy prokázaly vyšší počet semenáčků na CHS 45 (26 738 ks/ha). Při porovnání jednotlivých metod přípravy půdy nebyl zjištěn signifikantní rozdíl, protože se jednalo pouze o iniciační výzkum. Vyhodnocené výsledky u umělé obnovy prokázaly rozdíl v mortalitě sazenic, která byla způsobena mikrostanovištními podmínkami a tlakem zvěře (na oplocené ploše 417 ks/ha, na neoplocené 1 553 ks/ha). Při porovnání uměle obnovených ploch byly prokázány signifikantní rozdíly ve výšce sazenic u buku a dubu.

Tato studie má pomoci k identifikaci ideálního postupu při zalesňování kalamitních holin v těchto přírodních podmínkách.

Klíčová slova: přirozená obnova, umělá obnova, příprava půdy, mortalita, okus

Abstract

Increasing temperature extremes as a result of climate change are increasing the frequency and intensity of disturbances in forest stands. When calamitous clearings occur, it is necessary to move towards restoration – whether natural, artificial or a combination of the two. This study focuses on the potential of succession and artificial regeneration in the target management set (CHS) 43 and 45. Furthermore, the study aims to assess the effect of different land preparation methods on the success of natural regeneration and to evaluate the pressure caused by game in fenced and unfenced areas. The research also takes into account the influence of the herbaceous cover on the success of natural regeneration. The research took place in the Křivoklátsko and Český kras natural forest area (PLO) and in the vicinity of the village of Lány (Kladno district). Data collection for natural regeneration was carried out in three stages over a period of four months. The number of seedlings of each tree species and the percentage of herbaceous cover and soil cover were monitored in each plot. In the last measurement, height was also monitored and seedling grazing. For artificial regeneration, data were collected only once and mortality, seedling bite and seedling height were monitored. The results evaluated for natural regeneration showed a higher number of seedlings on CHS 45 (26 738 pcs/ha). When comparing the different soil preparation methods, no significant difference was found, as only initiation research. The results evaluated for artificial regeneration showed a difference in seedling mortality due to microhabitat conditions and game pressure (417 pcs/ha in the fenced area, 1 553 pcs/ha in the unfenced area). When comparing artificially restored plots, significant differences in seedling height were found between beech and oak.

This study is intended to help identify the ideal reforestation practice for calamity clearings in these natural conditions.

Key words: natural regeneration, artificial afforestation, soil preparation, mortality, taste of game

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „*Potenciál alternativních postupů obnovy lesních dřevin na kalamitních holinách v podmínkách kyselých a živných stanovišť středních poloh*“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Lukáše Bílka, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom/a, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V..... dne

Podpis autora:

Poděkování

Mnohokrát děkuji váženému doc. Ing. Lukáši Bílkovi, Ph.D. za ochotu, vstřícnost a pomoc při vypracování této diplomové práce. Veliké díky patří Ing. Jakubu Brichtovi za nasměrování a pomoc při korektuře diplomové práce. Chtěl bych také poděkovat své rodině za podporu po celou dobu studia.

Obsah

1. Úvod.....	12
2. Cíle práce.....	13
3. Literární řešerše.....	14
3.1. Klimatická změna.....	14
3.1.1. Klimatická změna a její dopad na procesy v biomech.....	15
3.1.2. Klimatická změna a její dopad na procesy v lesním ekosystému.....	17
3.1.3. Klimatická změna a její dopad na lesnické myšlení.....	19
3.1.3.1. Přizpůsobení lesnického sektoru na klimatickou změnu.....	19
3.2. Obnova lesních porostů.....	23
3.2.1. Přirozená obnova.....	23
3.2.1.1. Kritéria přirozené obnovy.....	23
3.2.1.2. Způsoby přirozené obnovy.....	25
3.2.2. Umělá obnova.....	27
3.2.2.1. Typy umělé obnovy.....	28
3.2.3. Možnosti využití kombinace umělé a přirozené obnovy.....	29
3.2.3.1. Kombinovaná obnova.....	29
3.2.3.2. Dvoufázová obnova.....	30
3.3. Ohrožení odrůstání semenáčků a sazenic.....	31
3.3.1. Abiotičtí činitelé.....	31
3.3.2. Biotičtí činitelé.....	32
3.4. Příprava půd k zalesnění.....	34
3.4.1. Mechanická příprava půd.....	34
3.4.2. Chemická příprava půd.....	36
3.4.3. Biologická příprava půd.....	36
3.5. Legislativní úprava obnovy lesních porostů v České republice.....	37
3.5.1. Přirozená obnova.....	37
3.5.2. Umělá obnova.....	37
3.6. Druhy dřevin významné pro přirozenou obnovu kalamitních ploch.....	39
3.6.1. Listnaté dřeviny.....	39
3.6.2. Jehličnaté dřeviny.....	48
3.7. Širší charakteristika konkrétního stanoviště.....	51
3.7.1. Přírodní lesní oblast č. 8.....	51

3.7.2. Zájmové území.....	52
4. Metodika.....	53
4.1. Charakteristika území.....	53
4.1.1. Umístění kalamitní plochy.....	53
4.1.2. Design přirozené obnovy.....	55
4.1.3. Design umělé obnovy.....	57
4.2. Sběr dat.....	58
4.2.1. Přirozená obnova.....	58
4.2.2. Umělá obnova.....	59
4.3. Zpracování dat.....	59
5. Výsledky.....	60
5.1. Přirozená obnova.....	60
5.1.1. Počty, vývoj a zastoupení jedinců.....	60
5.1.2. Zastoupení jednotlivých typů pokrývnosti.....	66
5.1.3. Průměrné výšky jedinců.....	69
5.3. Umělá obnova.....	73
5.3.1. Počty a vývoj jedinců.....	73
5.3.2. Průměrné výšky jedinců.....	75
6. Diskuse.....	78
6.1. Přirozená obnova.....	78
6.2. Umělá obnova.....	81
7. Závěr.....	82
8. Seznam literatury.....	83
9. Seznam příloh.....	110
10. Přílohy.....	111

Seznam obrázků

Obrázek 1: Umístění PLO.....	51
Obrázek 2: Umístění výzkumné plochy.....	53
Obrázek 3: Výřez z porostní mapy.....	54
Obrázek 4: Rozmístění výzkumných ploch.....	55
Obrázek 5: A-C: Schéma rozvržení variant a rozmístění bodů.....	56
Obrázek 6: Ukázka zkusné plochy.....	57
Obrázek 7 A, B: Schématické zobrazení skupin podle druhu dřevin.....	58
Obrázek 8: Celkové zastoupení dřevin na konci vegetačního období.....	60
Obrázek 9: Počet ks/ha na konci vegetačního období.....	62
Obrázek 10 A, B: Průměrný počet ks/ha na konci vegetačního období.....	63
Obrázek 11: Dynamika průměrného počtu ks/ha.....	64
Obrázek 12 A-F: Dynamika průměrného počtu ks/ha podle variant.....	65
Obrázek 13 A-F: Dynamika zastoupení průměrných pokryvností (%).....	67
Obrázek 14: Zastoupení průměrných pokryvností (%) na konci vegetačního období.....	68
Obrázek 15 A, B: Průměrná výška (cm) jednotlivých druhů na konci vegetačního období.....	70
Obrázek 16: Hodnoty výšek (cm) neparametrického testu Kruskal-Wallis H-test.....	71
Obrázek 17: Počet ks/ha na konci vegetačního období.....	73
Obrázek 18 A, B: Dynamika počtu ks/ha během vegetačního období.....	74
Obrázek 19: Průměrná výška (cm) na konci vegetačního období.....	75
Obrázek 20 A-D: Hodnoty výšek (cm) neparametrického pořadového testu Mann-Whitney U-test.....	77

Seznam tabulek

Tabulka 1 A, B: Zastoupení dřevin (%) na konci vegetačního období.....	60
Tabulka 2: Počet ks/ha na konci vegetačního období.....	61
Tabulka 3: Hodnoty neparametrického pořadového testu Mann-Whitney U-test.....	62
Tabulka 4: Dynamika průměrného počtu ks/ha.....	63
Tabulka 5: Dynamika průměrného počtu ks/ha.....	64
Tabulka 6: Vývoj zastoupení průměrných pokryvností (%).....	66
Tabulka 7: Hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu pro vybrané závislé a nezávislé proměnné.....	69
<i>Tabulka 8 A, B: Průměrná výška (cm) jednotlivých druhů na konci vegetačního období.....</i>	<i>69</i>
Tabulka 9: Hodnoty výšek neparametrického testu Kruskal-Wallis H-test.....	71
Tabulka 10: Hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu pro vybrané závislé a nezávislé proměnné.....	72
Tabulka 11 A, B: Počty jedinců na konci vegetačního období.....	73
Tabulka 12: Průměrná výška (cm) na konci vegetačního období.....	75
Tabulka 13: Hodnoty neparametrického pořadového testu Mann-Whitney U-test.....	76

1. Úvod

Tato práce se zabývá sukcesí lesních dřevin na kalamitní holině vedle mateřského porostu. Holina se nachází na CHS 43 a 45. Probíhající klimatická změna negativně ovlivňuje lesní porosty, a tak vznikají rozsáhlejší disturbance o vyšší intenzitě (Kulakowski D., et al., 2016).

Dle Polena Z., et al. (2009) je v posledních desetiletích možné pozorovat odklon od holosečného hospodářství, které je nahrazováno přírodě blízkým způsobem hospodaření. Tento trend potvrzují Novotný S., Šišák L. (2016), kteří uvádějí, že se podíl přirozené obnovy od roku 2000 do roku 2013 zvýšil ze 16 % na 28 %. Toto zvýšení je pravděpodobně způsobeno nižšími náklady a nižšími nároky na plánování při obnově holin.

Sukcese lesních dřevin probíhající na pasekách závisí na mnoha stanovištních a klimatických faktorech, stejně tak i na dřevinné skladbě okolních porostů (Glenn-Lewin D.C., et al., 1992). Překážkou pro úspěšné zmlazení může být vzdálenost mateřských stromů, nebo také jejich schopnost šíření semenného materiálu (Lanta V., Leps J., 2009). Pokud v oblasti dochází častěji k disturbancím, mohou zde být přítomné pionýrské druhy dřevin, které tyto holiny zalesní v relativně krátkém časovém úseku (Walker L.R., del Moral R., 2011).

Součástí přirozené obnovy, která zvyšuje pravděpodobnost jejího úspěchu, je příprava půdy. Příprava půdy se dělí na mechanický, chemický a biologický způsob, přičemž nejdůležitější je způsob mechanický, jelikož odhaluje minerální půdu, která je esenciální pro klíčení semenného materiálu (Souček J., et al., 2016).

2. Cíle práce

Hlavním cílem práce je na vybraných kalamitních holinách v podmínkách CHS 43 a 45 vyhodnotit potenciál přirozené obnovy. V závislosti na technologii přípravy půdy bude na experimentálních plochách hodnocen počet, druhové zastoupení, výška a okus semenáčků lesních dřevin. Dílčím cílem je zjištění procentuálního zastoupení pokryvností bylinného patra na zkoumaných plochách. Jako kontrolní šetření bude na stejných stanovištích hodnocena úspěšnost umělé obnovy vybraných hospodářských dřevin.

Výsledky práce by mohly rozšířit poznatky o přirozené obnově na kalamitních holinách v těchto podmínkách.

3. Literární řešerše

3.1. Klimatická změna

Značný vliv na průběh a intenzitu klimatické změny má zastoupení lesních porostů na Zemi. Celosvětově lesní porosty pokrývají přibližně 4 mld. ha, resp. 30 % celkové rozlohy zemské pevniny (Food and Agriculture Organization, 2005). Celková plocha světových lesů je z 36 % zastoupena přirozenými porosty a 53 % lesy upravenými člověkem (Kirilenko A. P., Sedjo R. A., 2007). Od 90. let 20. st. dochází k celosvětovému masivnímu odlesňování, především pak v podmínkách deštných pralesů. Razantní odlesňování krajiny je pak nejvíce patrné právě v Brazílii a Indonésii (jen v těchto dvou státech vzniká ztráta lesních porostů o velikosti 4,9 mil. ha z celkových 6 mil. ha ve světě za rok) (Kauppi P.E., 2006). Podle zpráv Food and Agriculture Organization (2004) se 50 % této vytěžené hmoty využívá jako palivo. Zpracování dřevní hmoty ve formě palivového dříví využívají ve větší míře země, které se momentálně rychle hospodářsky rozrůstají (Brazílie, Indonésie, Chile, Čína atd.) (Ireland L.C., 2001).

Kromě produkce dřevní hmoty lesní porosty zajišťují tzv. mimoprodukční funkce. Mezi tyto funkce patří ochrana proti erozi, zadržování vody, poskytování ochrany zvěři nebo je zdrojem nejrůznějších plodů a hub (Kirilenko A. P., Sedjo R. A., 2007). Podle Food and Agriculture Organization (2004) je na těchto aspektech lesů závislých přibližně 1,2 mld. lidí po celém světě, převážně v zemích s vysokou chudobou.

V dnešní době je však stále více diskutovanou mimoprodukční funkcí lesů pohlcování a ukládání oxidu uhličitého (dále CO_2). Tento bezbarvý plyn vzniká dokonalým spalováním uhlíku, respirací rostlin nebo také při rozkladu organické hmoty. U rostlin se CO_2 při fotosyntéze přemění na proteiny, sacharidy a lipidy. Z těchto stavebních materiálů je živena rostlina a následně i živočišný konzument (Pokorný, 2013).

Ačkoliv je CO₂ pro život nezbytný, zvyšování jeho koncentrace značně přispívá ke skleníkovému efektu. Podle výzkumů historických koncentrací CO₂ na Zemi i podle měření za poslední desetiletí je zřejmé, že tyto koncentrace narůstají a s ohledem na vývoj lidské populace budou i nadále stoupat (IPCC, 2007). Vyšší koncentrace CO₂ je zase podle Reddyho A.R., et al. (2010) a Kimballa B.A. (1983) prospěšná mnoha druhům rostlin, jelikož jsou díky tomu schopny produkovat více biomasy.

3.1.1. Klimatická změna a její dopad na procesy v biomech

Mezi hlavní ekologické procesy vyskytující se na úrovni biomů patří migrace, evoluce, vymírání jednotlivých druhů a disturbance (Graham R.L., et al., 1990). Proces přírodních disturbancí bude blíže popsán v kapitole 3.1.2.

Migrace na úrovni biomů

Migrace dřevinných druhů jako odpověď na klimatickou změnu je značně komplikované téma. Dřeviny průběžně migrují podle změn prostředí, jejich rychlost migrace se však obtížně předpovídá (Pennington W., 1986). Zatímco v období posledních dob ledových v Evropě i Severní Americe migrovaly stromy rychlostí přibližně 300 m za rok, v dnešní době bude tato rychlost odlišná, jelikož předpokládaná míra změny klimatu je řádově větší než v minulosti (Woodward F.I., 1987). Dalším faktorem ovlivňujícím rychlost migrace je např. doprava, ale také samotná zemědělská a lesnická činnost. Peters R.L., Darling J.D.S. (1985) proto tvrdí, že pokud vezmeme v úvahu tyto faktory spolu s momentálním prostorovým rozložením a početností druhů, bude migrace značně ovlivněna a pravděpodobně spíše zpomalena.

Některé druhy reagují na klimatickou změnu i při meších odchylkách velice flexibilně, zatímco jiné taxony reagují na tyto změny velmi pomalu, a to jen na dlouho trvající klimatické změny (Davis M.B., 1984). Davis M.B., et al. (1986) provedl pokus na

buku velkolistém (*Fagus grandifolia* Ehrh.), jehož rozšiřování je závislé na živočišných druzích. Ukázalo se, že tento druh měl časovou prodlevu 500-1 000 let, než se rozšířil z východního na západní pobřeží Michiganského jezera. Webb T. (1986) oproti tomu zkoumal jedlovec kanadský (*Tsuga canadensis* L.), jehož semena jsou rozšiřovaná větrem. Právě jedlovec je schopen rozšíření až na vzdálenost 100 km od původního místa. Studie tohoto autora nicméně v případě jedlovce neprokázala žádné prodlevy při rozšiřování do stejné oblasti – tedy na rozdíl od buku velkolistého.

Davis M.B. (1989) tvrdí, že časové prodlevy budou malé (přibližně 10-20 let) v oblastech, kde došlo k rozsáhlé disturbanci druhu, který byl na dané ploše dominantní. Nejčastěji zastoupeným druhům v lesních porostech by také podle autora měl pomoci zásah člověka. Na problém časových prodlev budou trpět především přírodní oblasti, chráněná území a další neobhospodařované lesy. Pastor J., Post W.M. (1988) udávají, že je sice pravděpodobné, že klimatická změna v tomto století nebude tak razantní, aby vyhladila dominantní druhy vyskytující se v horních etážích porostu, nicméně pravděpodobně dojde k druhovým změnám ve spodních etážích.

Evoluce na úrovni biomů

Evoluce, stejně jako i vymírání dřevinných druhů, může být ovlivněna klimatickou změnou nebo zvýšenou koncentrací CO₂ v atmosféře. Geneticky daná míra odolnosti vůči klimatické změně se musí odvozovat z momentálních klimatických podmínek na stanovištích přirozeného výskytu daných dřevin (Johnson W.C., Sharpe D.M., 1982). Druhy dřevin s nižšími nároky na prostředí mají vyšší šanci přežít klimatickou změnu (Little E.L.Jr., 1979). Dalším evolučním faktorem je genetická variabilita jednotlivých druhů dřevin, která zapříčiňuje odlišnou odezvu na zvýšenou koncentraci CO₂ (Tolley L.C., Strain B.R., 1984). Další studie se zabývaly krátkodobými fyziologickými změnami v listech týkajícími se fotosyntézy, kontroly otevírání a zavírání průduchů. Tyto změny mají pozitivní efekt na využití vody v biomase, což by mohlo

pomoci některým druhům s rozšířením do oblastí, kde panuje sušší podnebí (Graham R.L., et al., 1990).

3.1.2. Klimatická změna a její dopad na procesy v lesním ekosystému

Na úrovni jednotlivých ekosystémů existuje několik ekologických jevů. Těmito jevy jsou disturbance, koloběh živin, konkurence a úspěšnost jednotlivých druhů, produkce a využití vodních zdrojů (Graham R.L., et al., 1990).

Disturbance v lesním ekosystému

Interakce klimatické změny a režimu disturbancí může být v rámci měnící se struktury lesních porostů stejně důležitá jako přímý vliv globálního oteplování na rozšiřování dřevin a jejich lokální vymírání. Globální oteplování může zvýšit frekvenci suchých roků, čímž se přímo zvyšuje riziko vzniku požárů (Sandenburgh R., et al. 1987). Riziko vzniku lesního požáru je vyšší kvůli snížení ročního srážkového úhrnu a relativní vlhkosti v lesních porostech. Režim požárů je ovlivnitelný dlouhodobými klimatickými změnami v rámci jednotek až desítek let nebo i meziročními odchylkami ve vodním režimu (Clark J.S., 1988). Dále jsou ovlivněny i disturbance vyvolané biotickými činiteli (hmyz, houbové patogeny). Jelikož biotičtí činitelé mají často velice krátký vývojový cyklus, dokáží se přizpůsobit klimatickým změnám o dost rychleji než lesní porosty (Haynes D.L., 1982). Autor dále konstatuje, že rozšíření druhů biotických činitelů je více limitováno přírodními podmínkami, což se však s příchodem klimatických změn může změnit. V rámci suššího a teplejšího klimatu je mnoho druhů schopno vytvořit více pokolení za jedno vegetační období. Vyšší teploty na jaře dovolují dřívější rozmnožování a konec roku pro daný druh také přichází později. Dále se mohou zvýšit počty listožravých druhů díky zvýšené koncentraci CO₂, která zvyšuje produkci biomasy. V pokusu provedeném Butlerem G.D.Jr. et. al. (1986), kdy byl v kontrolovaném

prostředí se zvýšenou hodnotou CO₂ pozorován listožravý hmyz rodu *Bemisia tabaci* bylo zjištěno, že tento druh měl vyšší příjem potravy.

Stromy dále mají omezenou produkci pryskyřice, čímž se snižuje obranyschopnost vůči veškerým druhům podkorního hmyzu. Všechny tyto efekty výkyvů klimatu mohou hrát důležitou roli v konkurenceschopnosti vůči pionýrským a jiným rychle rostoucím druhům dřevin (Peters R.L., Darling J.D.S., 1985). Jelikož druhy tvořící klimaxové lesy jsou schopny překonat krátkodobé klimatické výkyvy, mohou být úspěšnější při sukcesi po disturbanci. Tím se tedy může změnit složení lesa jako reakce na klimatickou změnu (Dunwiddie P.W., 1986).

Náhlá změna v režimu disturbancí může být nesmírně důležitá, jelikož mohou být jedním z prvních indikátorů změny klimatu (Graham R. L., et al., 1990).

Koloběh živin v lesním ekosystému

Klimatická změna a zvýšená koncentrace CO₂ ovlivňuje koloběh živin změnou rychlosti rozkladu biologického materiálu, příjmu živin rostlinami a koloběhu živin v rostlinách. Rychlost rozkladu se mění v reakci na změny fyzického prostředí, množství a kvality biomasy, případně nadbytkem a různým typem destruentů (Meentemeyer V., 1978). Ve vlhkém, teplejším podnebí se zrychluje dekompozice tím, že je podpořen růst hub a bakterií, naproti tomu v sušším podnebí dochází ke zpomalení rozkladu. To je způsobeno změnou struktury biomasy (zvláště listů), jelikož je v nich jiný poměr uhlíku a dusíku (Kimball B.A., et al., 1985).

3.1.3. Klimatická změna a její dopad na lesnické myšlení

Podle Berniera P., Schoeneho D. (2009) existují tři přístupy přizpůsobení lesů a jejich managementu na klimatickou změnu. Prvním způsobem je nezasahovat vůbec, druhým je reakce na jev až se objeví, třetím je plánovaná adaptace. Dále tvrdí, že ve většině případů se při hospodaření v lesích využívá první způsob, při nejlepším alespoň částečně druhý. První způsob hospodaření je možné popsat tak, že se v lesních porostech hospodaří klasickým způsobem a lesní porost se sám přizpůsobí změnám tak, jak tomu bylo v minulosti (Pecháček O., Hlaváčková P., 2016). U druhého způsobu dochází k reakci na nově vzniklý problém, který je třeba řešit (např. rekonstrukce porostů po disturbancích ve snaze o záchranu zbývajícího porostu) (Bernier P., Schoene D. (2009). U plánované adaptace (třetí způsob) je snaha o úpravu hospodářských cílů v závislosti na klimatické změně. Zahrnuje úmyslné, předvídané zásahy na různých úrovních ve všech lesnických sektorech. Plánovaná adaptace zahrnuje předvídaní příjmů z produkčních i mimoprodukčních funkcí, zlepšení flexibility úřadů a výstavba středisek pro monitoring a predikování možných kalamit (Edwards J., Johnston M., 2013).

3.1.3.1. Přizpůsobení lesnického sektoru na klimatickou změnu

V rámci přizpůsobení je nutné se zaměřit na implementaci adaptačních strategií v sektoru pěstování lesa. K dosažení tohoto cíle je zapotřebí zkombinovat a vhodně aplikovat teoretické a strategické zásady s operativními a praktickými principy (Brang P., et al., 2014).

Zvýšení druhové diverzity

Jednou z nejdůležitějších zásad přizpůsobení na klimatickou změnu je podle Branga P. et al. (2014) zvýšení druhové diverzity v lesních porostech. Bohatší druhová rozmanitost přímo koreluje s vyšší odolností vůči negativním účinkům prostředí a působí do jisté míry jako prevence proti rozsáhlým kalamitám (Knoke T., et al., 2008). Jelikož mají jednotlivé druhy odlišnou toleranci vůči klimatickému tlaku, je sice možné, že některé druhy po změnách z porostu vymizí, ale stále zde zůstanou ostatní druhy, které události alespoň v nějaké formě přežijí (Yachi S., Loreae M., 1999). Walker B., et al. (1999) uvádí, že pokud dojde k vyhynutí druhu v takovém lesním porostu, okamžitě dojde k sukcesi a volné místo se opět zaplní. Jak uvádí Wermelinger B. (2004), většina biotických činitelů je vázaná na daný dřevinný druh. Např. smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst.) po masivním napadení lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus* L.) sice odumírá, avšak přežijí zde všechny listnaté druhy, a např. také jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.).

Mezi další výhody porostu s vysokou biodiverzitou patří flexibilní možnosti hospodaření a vyšší pravděpodobnost výskytu přirozené obnovy. Jednou z možností, jak zvýšit počet druhů vyskytujících se v porostu, je využití silných prořezávek a probírek. Díky těmto zásahům se porost značně prosvětlí, poté může dojít k sukcesi rychleji rostoucích, na světlo náročných druhů (Brang P., et al., 2014). Tímto způsobem se porostní struktura stává více diverzifikovanou, jelikož se ve stejném porostu mohou nacházet jak světliny, tak části vhodné pro stinné dřeviny (Brang P., et al., 2008).

Diferenciace struktury lesních porostů

Přítomnost stromů různého věku a různých dimenzí vytváří v lesním porostu strukturální diverzitu. Mnoho biotických i abiotických činitelů působí na stromy určitých dimenzí. Z toho důvodu je strukturální rozmanitost jednou z klíčových složek lesního porostu při disturbancích (König A., 1995). Ve více etážových porostech se

vyskytují stromy menších rozměrů (mlaziny), které jsou odolnější vůči negativnímu působení větru a zároveň budou i netknuté většinou hospodářsky významných podkorních druhů. Stromy menších dimenzí v diverzifikovaných porostech jsou ale naopak zpravidla náchylnější vůči požáru, či náhlému období sucha (Frehner M., et al. 2005). Variability ve struktuře lze docílit pomocí maloplošných zásahů, kde následně dojde k sukcesi. Pokud se zároveň provede i umělá výsadba nebo výsev, může to také pomoci ke zvýšení druhové variability (Schütz J.P., 2001). Další možností je umělá podsadba v již existujícím porostu využitím stinných dřevin, zrovna tak může být uplatněno ořezávání korun v hlavní úrovni porostu. Při tomto postupu se vytvoří druhá etáž, která poté nahradí starší stromy (McElhinny Ch., et al., 2005).

Genetická variabilita lesních porostů

Schopnost adaptace populací lesních dřevin na klimatickou změnu do značné míry závisí na genetické variabilitě (Aitken S.N., et al., 2008). K zajištění adaptace je nutné tuto variabilitu udržet a zvýšit. Zvýšení lze dosáhnout zavlečením populací jiných proveniencí do porostu a udržovat je zde. Tento postup je důležitý zvláště u druhů s nižší přirozenou genetickou variabilitou v populaci (Finkeldey R., Ziehe M., 2004). Dalším způsobem, jak zvýšit genetickou variabilitu, jsou plánované maloplošné zásahy za účelem vytvoření selektivního tlaku na druhy. Takto vzniklý tlak na dřeviny způsobí spuštění regeneračního procesu porostu a dlouhodobě se změní mikrostanovištní podmínky, které nutí jedince k přizpůsobení (Paffetti D., et al., 2012). Autor dále uvádí, že u tohoto postupu je nutné dbát obezřetnosti vůči vystavení půdy přílišnému oslunění a rozvolnění porostu.

Dle Aitkena S.N., et al., (2008) jsou hlavní lesnické zásady udržení (v ideálním případě zvýšení) genetické variability využitím dlouhodobě probíhající přirozené obnovy lesních porostů, úmyslné vysazování jedinců a populací z odlišných přírodních podmínek. S vývojem klimatu by bylo vhodné se zaměřit na populace ze stanovišť s vyššími průměrnými teplotami a nižšími srážkami (Brang P., et al., 2014).

Odolnost vůči biotickým a abiotickým činitelům

Negativní vliv biotických a abiotických činitelů vyvolává fyziologický stres, kterým jsou v dnešní době ovlivňovány dřeviny takřka po celém světě. Každý jedinec má různou toleranci vůči různým původcům stresu (Brang P., et al., 2014). Např., jak tvrdí Rottmann M. (1985), stromy s vyšším štíhlostním koeficientem jsou odolnější vůči negativnímu působení mokrého sněhu. Z tohoto tvrzení vyplývá, že je pro zvýšení odolnosti vůči abiotickým činitelům vhodné aplikovat silnější výchovné zásahy, aby si mohly stromy vytvořit dostatečnou, pravidelnou korunu a zároveň měly více prostoru pro svůj kořenový systém. Takto uvolněné stromy jsou značně odolnější i vůči suchu (Kohler M., et al., 2010)

Součástí boje s biotickými a abiotickými činiteli je udržování nižší zásoby dřevní hmoty v porostech, a tím i nižší případné ekonomické škody vznikající při disturbanci. Podle Usbecka T., et al. (2010), udržování nižší zásoby vede k menšímu ekonomickému riziku, jelikož se finanční ztráta způsobená disturbancí navyšuje s rostoucí porostní zásobou. S touto premisou se pojí pojem ekonomické zralosti. Podle závěrů Pulkraba K., et al. (2014) existuje u nás značná diference mezi současnou dobou obmýetí a dobou obmýetí odpovídající ekonomickému optimu, přičemž se tento rozdíl zvyšuje od méně kvalitních směrem ke kvalitnějším stanovištím. Tento rozdíl se zvyšuje také při růstu zásob. Závažným faktorem ve snižování hodnoty starých a přestálých porostů je zvýšená přítomnost a ohrožení biotickými a abiotickými činiteli, která značně zvyšuje podíl palivového dříví na úkor kvalitnějších sortimentů. Dle Helsinky Summitu (1993) snížení doby obmýetí brání zejména požadavek na trvale udržitelné hospodaření, kde je vhodné cílit více na ekologické a produkční funkce.

3.2. Obnova lesních porostů

3.2.1. Přirozená obnova

Při zalesňování kalamitních holin má přirozená obnova nesporný ekologický a ekonomický význam. Její praktické využití je již po dlouhou dobu diskutované téma v lesnické veřejnosti (Košulič M., 2010). S měnícími se klimatickými podmínkami narůstá četnost disturbancí, po kterých je třeba lesní porost opět obnovit. Přirozená obnova je tudíž jednou z možností, jak zvládnout tuto situaci.

Jak uvádí Poleno Z., Vacek S., a kol. (2009), přirozená obnova probíhá generativně (semena), či vegetativním způsobem (kořenové a pařezové výmladky, případně zakořenění větví). Podle autorů platí značná převaha obnovy generativní nad vegetativním způsobem. Dále také uvádějí, že přirozená obnova má vyšší úspěšnost v oblastech středních a vyšších poloh, jelikož je zde vyšší úhrn srážek.

3.2.1.1. Kritéria přirozené obnovy

V první řadě je nutné určit vhodnost porostu k přirozené obnově, jelikož k ní nelze vždy přistupovat. Je třeba přihlížet především k vhodnosti dřeviny (zejména na ekotypy a lokální populace) pro daná stanoviště a ke genetickým vlastnostem zaručující kvalitativní produkci (Korpel' Š., et al., 1991). Primárně se jedná o porosty, které byly uznány pro sběr osiva – kvalitní původní a přirozené porosty. Naopak se ke smysluplné obnově nedají využít porosty spadající do fenotypové klasifikace D (Vyhláška č. 456/2021 Sb.). K úspěšnému přirozenému zmlazení je nutno zajistit přítomnost stromů schopných semenění v dostatečném počtu, které jsou vhodně rozmístěné. Dále musí nastat tzv. semenný rok. Musí panovat vhodné pedologické a klimatické podmínky pro úspěšné klíčení semen, ujímání a následný růst semenáčků (Vacek S., et al., 2000).

Výhody a nevýhody přirozené obnovy

Přirozená obnova disponuje celou řadou výhod využitelných v lesním hospodářství. Pokud se v obnovované lokalitě nacházejí alochtonní dřeviny, které se zde osvědčily, je možné tuto populaci zachovat přirozenou obnovou a případně rozšířit. U těchto druhů neexistuje riziko narušení a znehodnocení genofondu (Suding K.N., et al., 2004). Nálet plně využívá stanovištních podmínek, a pokud dojde k bohatší úrodě semenného materiálu, projevují se značně i ty nejmenší stanovištní rozdíly. Projev těchto rozdílů je ještě amplifikován se stoupajícím podílem stinných dřevin (Vacek S., et al., 2000). Výhodou přirozené obnovy je také růst jedinců náletu a nárůstu bez extrémních klimatických vlivů. Tito jedinci si zvláště na těžších půdách vytvářejí kvalitnější kořenovou soustavu, což jim umožňuje rovnoměrnější a stabilnější vývoj (Xitian Y., et al., 2014). Nespornou výhodou související s vyšším počtem jedinců je flexibilita při výběru pěstebních technik, a dále také při výběru v budoucnu podporovaných jedinců. Pokud probíhá přirozená obnova pod mateřským porostem, který je prosvětlen, dochází ke světlostnímu přírůstu mateřského porostu, čímž se zde zvyšuje podíl cenných sortimentů po celou dobu vývoje náletů a nárůstů (Yazdani R., Lindgren D., 1988).

Mezi ekonomické výhody přirozené obnovy patří úspora nákladů na zalesnění a vylepšování kultur. Na ploše se obvykle nachází i několikanásobně více semenáčků než u minimálních počtů u umělé obnovy (Zákon č. 456/2021 Sb.). Díky tomuto faktu není obvykle nutné provádět vylepšování kvůli vyšší mortalitě semenáčků (Vacek S., et al., 2000).

Přirozená obnova však také skýtá řadu nevýhod. Jednou z nich je žádná, nebo jen velmi omezená možnost ovlivnit obnovní cíl, jelikož je vázaný na současnou druhovou skladbu mateřského porostu. Zároveň je přirozená obnova plně závislá na stavu mateřského porostu, půdy a vegetačního krytu a do značné míry také na semenných letech (Vacek S., et al., 2000). Nevýhodou přirozené obnovy je nerovnoměrnost hustoty semenáčků (Diaci J., et al., 2017). Autor uvádí, že tento fakt

může působit značný problém při pěstování některých druhů dřevin. Další nevýhodou jsou vyšší náklady na pěstební zásahy, zejména pročistky a prořezávky přehoustlých nárostů. Ačkoliv ve zmlazených porostech dochází k autoredukci díky vyšší mezidruhové a vnitrodruhové konkurenci, zůstávají náklady značně vysoké (Chazdon R.L., Uriarte M., 2016).

3.2.1.2. Způsoby přirozené obnovy

Přirozená obnova vegetativní

Vegetativní obnovou je možno docílit vytvoření lesa nízkého a středního. Tyto hospodářské tvary lesů se vyznačují krátkou dobou obmýtí, která se pohybuje v rozmezí 20-40 let (Utinek D., 2010). V minulosti byla tato metoda obnovy lesa hojně užívaná, pařezové výmladky se využívaly především jako palivové dříví, které bylo hlavním zdrojem energie (Bergerová V., 2014).

Reprodukce pařezovými výmladky probíhá tak, že z pařezu bývalého stromu vyrostou několik nových jedinců, geneticky totožných jako mateřský jedinec (klony). Tyto klony využívají alespoň část starého kořenového systému (Koop H., 1987). Autor dále uvádí jako příklad dřevinný druh lípu srdčitou (*Tilia cordata* Mill.), kde mohou výmladky růst jak z nejnižších částí pařezu, tak i z kořenových krčků. Podle Hallého F., et al. (1978) dochází k tomuto uspořádání z důvodu snahy klonů opravit strukturu původního organismu, která byla poškozena stárnutím, nemocí či mechanickým poškozením. Tento způsob reprodukce je dále typický pro břizu pýřitou (*Betula pubescens* Ehrh.), olši lepkavou (*Alnus glutinosa* L.) a jilm vaz a habrolistý (*Ulmus laevis* Pallas, *Ulmus minor* Mill.) (Burrichter E., et al., 1980).

Kořenová výmladnost je druhým typem vegetativní obnovy lesa. U tohoto způsobu rostou klony přímo z kořenového systému (Jarvis P.J., 1997). Zpočátku klony využívají kořeny původní rostliny, později si však vytváří svůj vlastní, nezávislý kořenový systém. Tento způsob rozmnožování lze pozorovat u některých druhů jilmu, topolů

a olší (Walter J.M.N., 1982). K produkci klonů tímto způsobem může spontánně dojít skoro v jakémkoliv životním období stromu. K plnému osamostatnění těchto klonů však může dojít pouze v případě, že v oblasti výskytu jedinců dochází k pravidelným záplavám (Vandeursen J, Wisse J., 1985), dochází k opakovanému spásání herbivory (Rackham O., 2008) nebo se jedinci nacházejí na místech, kde panují extrémní, skoro až k přežití stromů nemožné podmínky (Sprugel D.G., 1976).

Třetí, a také poslední možností vegetativního množení, je zakořenění větví a částí kmene. K tomu dochází, když jsou větve či části stromů v kontaktu s půdou, ve které roste jiný jedinec stejného druhu. Tento jev byl pozorován (mimo jiné i na našem území) u buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) (Koop H. (1987). Dále autor uvádí, že pokud se např. jedinec druhu olše lepkavé vyskytuje na podmáčeném stanovišti, je schopen zakořenit i části, které nemají přímý kontakt s půdou.

Přirozená obnova generativní

Přirozená obnova generativní je plně závislá na kvalitě a kvantitě produkce semenného materiálu lesních dřevin. Jedinci z kvalitnějšího semenného materiálu vykazují vyšší ujímavost a zdárnější vývoj (Holgén P., Hännell B., 2000). Avšak i nejkvalitnější jedinci se nemusí uchytit, pokud nebudou pro jejich klíčení, jejich vzejití a následné přežití vhodné půdní podmínky. K příznivému stavu půdy napomáhá především biologická příprava půdy. Ta spočívá ve správně provedené těžbě původního porostu, což napomáhá regulaci rychlosti rozkladu hrabanky, vývoje humusu či nástup buřeně (Vacek S., 1981). Dále musí panovat vhodné klimatické podmínky a příznivé porostní mikroklima. Posledním kritériem pro předpoklad úspěšné přirozené obnovy je výskyt semenného roku (Vacek Z., et al., 2021). Frekvence semenných let je závislá na druhu dřeviny, klimatických podmínkách a stanovištních podmínkách (Suszka B., et al. 1996). U některých druhů lesních dřevin dochází k semennému roku prakticky každoročně, kdežto u jiných je tento interval podstatně delší. Např. u borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) a modřínu opadavého (*Larix decidua*

Mill.) je periodičita cca po 4 letech, kdežto u smrku ztepilého se tento interval pohybuje kolem 10 let (Hlavová Z., 2004).

Pro přirozenou obnovu generativní je dle Peřiny V., et al. (1964) nejvhodnější uplatňovat hospodářský způsob podrostní, kdy je obnovovaná plocha alespoň v částečném krytu původního porostu. Tento způsob obnovy je vhodný pro klimaxové dřeviny, které v mládí vyžadují zastínění (např. jedle bělokorá). Generativní přirozená obnova však může probíhat i při holosečné obnově, pokud se obnovovaná plocha nachází v dostatečné blízkosti mateřského porostu nebo jsou na ploše ponechány výstavky. V tomto případě je nutná přítomnost dřevin se semeny, která jsou snadno roznesena větrem (Svensson J.S., Jeglum J.K., 2000).

3.2.2. Umělá obnova

U toho typu obnovy platí, stejně jako u přirozené obnovy generativní, tvrzení o kvalitě a kvantitě produkce semenného materiálu.

Je důležité sbírat semenný materiál těsně před tím, než dojde k jeho šíření. Identifikace optimální doby sběru může být zkomplikována nejrůznějšími vnějšími faktory, které jsou každý rok jiné. Co však je možné určit, a také předpokládat, jsou určitá fyziologická a chemická kritéria určující maturaci (Suszka B., et al., 1996). Autoři dále uvádějí, že v praxi se může jednat o fyzická kritéria jako je například velikost či barva. Konkrétně se může jednat například o vybarvování šišek rodu borovice (*Pinus spp.*).

Z hlediska kvality můžeme hodnotit mateřské stromy podle stavu a rozložení kořenového systému, kde jako důležitý ukazatel také platí podíl jemných kořenů (Mauer O., et al., 2004; Kupka I., Skrziszowski M., 2006). Geneticky danou kvalitu semenáčků dále může zhatit technicky nevhodně provedená výsadba či výsadba na nevhodné stanoviště, čemuž je žádoucí se vyvarovat (Lokvenc T., 1988).

3.2.2.1. Typy umělé obnovy

Výsadba sazenic

Tento způsob umělé obnovy klade vysoké nároky na kvalitu i kvantitu sadebního materiálu, techniku a organizaci práce. Obvykle probíhá jednorázově, ale někdy dochází i na příliš vysokou mortalitu, a tak je nutné tento budoucí porost vylepšovat (zvláště na kalamitních holinách), čímž se umělá obnova značně prodražuje (Souček J., et al., 2016). Kvalita takto založených porostů je po mnoho následujících let ovlivněna zejména volbou dřevin, jejich genetickým základem a správném provedení výsadby. Je nesmírně důležité dodržovat předem určenou vhodnost dřevinných druhů pro obnovovaná stanoviště, jinak obnova nebude úspěšná. Krom toho je dále nutné zajistit ochranu proti negativnímu vlivu buřeně, zvěře a jiným biotickým a abiotickým činitelům (Mauer O., 2009). Další značnou nevýhodou této obnovy lesa je přesun sazenic z lesních školek do porostu. Při tomto úkonu dochází k „šoku sazenic z výsadby“ a zvyšuje se tím míra mortality (Kantor P., et al., 2014).

Umělá obnova výsadbou sazenic je dále značně limitovaná z hlediska právní úpravy lesů. Např. je při určování počtu sazenic k výsadbě nutné splnit minimální počty sazenic na 1 ha (Vyhláška č. 298/2018 Sb.).

Porostní síje

Při využívání porostní síje se obvykle musí přistoupit k aplikaci vhodné přípravy půdy. Je třeba se na lehkých půdách vyvarovat přílišnému nakypření půdy, což by mohlo zhoršit podmínky pro klíčení semene (MacKenzie M.D., et al., 2005). Výjimkou však představuje bodová síje, kde se plody (ořechy, žaludy atd.) vkládají do půdního otvoru vytvořeného motykou. Podobným způsobem se uplatňuje misková (plošková) síje, která se využívá u drobných semen (do velikosti bukvic). Plošky se připravují ručně nebo půdní frézou (Vacek Z., et al., 2021).

Síje rýhová se provádí na větších obnovovaných plochách, zejména pro výsev žaludů, bukvic, případně i borových semen. U této síje je již adekvátní využít přípravu půdy mechanickými rýhovači. Obdobně koncipovaná je síje pruhová, která byla využívána spíše v minulosti (Baláš M., et al., 2018). Diskovými branami či frézou byla připravena půda, do které se zpravidla ručně vysévala semena smrku, borovice, či modřínu. V dnešní době je tento způsob využíván spíše pro výsev žaludů a bukvic pod mateřským porostem (Vacek Z., et al., 2021).

Posledním způsobem obnovy sítí je celoplošná síje (plnosíje), která je většinou provedená do nepřipravené půdy (Lokvenc T., 2001). Tento způsob je v dnešní době využíván na rozsáhlých holinách pouze pro vysévání semen břízy, která slouží jako přípravný porost (Vacek Z., et al., 2021).

3.2.3. Možnosti využití kombinace umělé a přirozené obnovy

3.2.3.1. Kombinovaná obnova

Kombinovaná obnova lesních porostů využívá aspektů umělé a přirozené obnovy. Při vzniku holiny většího rozsahu se uměle zalesní celá plocha, častěji se však sazenice sázejí skupinovitě. Mezery mezi skupinami se poté obnoví přirozeně (Kulla L., Šebeň V., 2012). Jedná-li se o holinu menších rozměrů, je možné plochu nejprve přirozeně obnovit a poté doplnit nenalétnuté části. Tím se značně sníží ekonomické nároky na zalesnění oproti čistě umělé obnově (Martiník A., et al., 2016).

Tento způsob obnovy je aplikován hlavně u hospodaření přírodě blízkého. Pokud se v takovém porostu vytvoří holiny, ať už úmyslnou těžbou (obvykle maloplošnou), či maloplošnou disturbancí, je vhodné vnášení vhodných chybějících druhů pro zvýšení biodiverzity (Fattorini L., et al., 2017). Tím se napodobí přírodní procesy a v kombinaci se sukcesí ani obvykle nedochází k významné mortalitě způsobené zvěří. Hospodaření tohoto typu je velice výhodné i z hlediska výškové a tloušťkové diferenciací (Kolibáč P., Jelínek M., 2011).

3.2.3.2. Dvoufázová obnova

Dvoufázovou obnovu na kalamitních holinách lze uplatnit zejména při plošném výskytu kalamit, kdy není reálné porost obnovit dostatečně rychle a kvalitně. Dále v porostech, kde hrozí vysoké riziko zabuřnění či při snaze o vytvoření různověkých porostů (Fattorini L., et al., 2017). Na této ploše je možné aplikovat jak umělou obnovu, tak vegetativní a do jisté míry i generativní způsob obnovy. Vegetativní způsob obnovy by měl sloužit pouze jako doplněk obnovy generativní. Generativní způsob obnovy je zase limitován dostupností dostatečného počtu semen (Souček J., et al., 2016).

Jelikož na kalamitních holinách zpravidla panují zhoršené podmínky pro uchycení a růst dřevin, je vhodné provést přípravu stanoviště. Mechanická příprava půdy naruší půdní kryt, obnaží minerální půdu a zpomaluje výskyt buřně (Vopravil J., et al., 2017). Dále je možné půdu příznivě ovlivnit chemicky a to hnojením, či vápněním (Varínský J., 2008).

Na počátku dvoufázové obnovy se využívají tzv. přípravné dřeviny, které jsou po zapojení a maturaci porostu postupně nahrazovány cílovými dřevinami (Mlčoušek M., et al., 2020). Do této skupiny se řadí dřeviny pionýrského typu, které mají značný potenciál pro šíření semen. Avšak i pro tyto dřeviny je limitujícím faktorem vzdálenost mateřských stromů od zalesňované plochy, a proto nemusí být nalétnutí rovnoměrné. Pokud tato situace nastane, je nutné sukcesí doplnit umělou obnovou. Pro tuto činnost je možné využít jak porostní síji, tak výsadbu semenáčků (Košulič M., 2009).

Ve druhé fázi tohoto typu obnovy se provádí nahrazování přípravných dřevin cílovými dřevinami (Schultz R.C., Thompson J.R., 1996). Ke vnášení cílových dřevin dochází po vylepšení nepříznivých podmínek stanoviště. Přípravný porost je poté těžen buďto v maloplošných clonných sečích nebo je aplikována postupná clonná seč (Souček J., et al., 2016).

Pokud takto vytvořený porost vzešel z přirozené obnovy, který byl maximálně doplněn výsadbou sazenic, dojde k výraznému ušetření nákladů na zalesnění. Jednou z

výhod této obnovy je například vnášení stinných dřevin na tuto plochu po relativně krátké době (Košulič M., 2009).

3.3. Ohrožení odrůstání semenáčků a sazenic

3.3.1 Abiotičtí činitelé

Jelikož byla Evropa v posledních dvou desetiletích zasažena hned několika obdobími sucha, předpokládá se, že s postupující změnou klimatu bude těchto období přibývat (Budka T., 2021). Prakticky každá rostlina v průběhu svého života je vystavena stresu z nedostatku vody (Langeveld H., 2012). Sazenice a semenáčky lesních dřevin jsou značně závislé na pravidelných srážkách, jelikož nemají tak vyvinutý kořenový systém, aby dostatečně využívali zásob vody v půdě. Proto při vystavení suchu využívají mladé dřeviny hned několika strategií k úspěšnému přežití (Choat B., et al. 2018). Jednou ze strategií bývá zvýšení poměru podzemní biomasy vůči nadzemní části (Horešovská M., 2019). Druhy, které kořenní do větší hloubky jsou v této situaci zvýhodněné, jelikož se dostupnost vody v půdě zvyšuje s hloubkou (Abrams M.D., 1990).

Mráz ovlivňuje semenáčky a sazenice pouze tehdy, pokud dosahuje opravdu nízkých teplot a není doprovázen sněhovou pokrývkou. Značné nebezpečí také skýtají pozdní mrazíky. Tyto mrazíky se vyskytují ke konci jara a jelikož na ně část lesních dřevin není zcela přizpůsobená, dochází k poškození (Chamberlain C.J., Wolovich E.M., 2021). To spočívá v ovlivnění růstu, konkurenceschopnosti a limituje dřeviny také v šíření. K poškození dochází, jelikož asimilační orgány jsou ještě čerstvé a nejsou připraveny na extremitu nízkých teplot (Zohner C.M., 2020). Vůči tomuto ohrožení zatím neexistuje žádné obranné opatření, které by bylo signifikantně účinné.

3.3.2. Biotičtí činitelé

Nejvýznamnější ohrožení pro semenáčky a sazenice působí lesní zvěř. Podle šetření škod způsobených zvěří z Národní inventarizace lesů – II. bylo poškozeno na území ČR $10,5 \pm 0,5$ % celkového počtu stromů. Z toho je přibližně polovina jedinců silně poškozena (Mlčoušek M., et al., 2020). Takto vysoké počty značně ovlivňují snahy o úspěšné zalesnění. Zvěř svým okusem zpomaluje růst jedinců, kteří následně bývají potlačeni a jsou předrůstání méně atraktivními druhy, což bývá např. smrk ztepilý. Poškození černou zvěří spočívá ve vyrývání semenáčků a sazenic, čímž se zpřetrhá kořenové vlášení a dochází k úhynu (Schultze E.D., et al., 2014). Je tedy nesmírně důležité redukovat škody, které zvěř působí, aby bylo možné realizovat ambice pěstovat smíšené lesy. Dále je nutné využívat přirozené procesy a směřovat k obnově pod mateřským porostem a maloplošným formám obnovy, aby došlo k věkové i prostorové diferenciaci (Křístek Š., et al., 2021). Mladé dřeviny je možné před tlakem zvěře chránit stavbou oplocenek, či využívání individuální ochrany, ať mechanické nebo chemické. Tato opatření jsou však značně nákladná, přičemž jejich účinnost nemusí ani být vysoká (Čermák P., Mrkva R., 2007).

Bylinný kryt může pozitivně ovlivnit stanoviště zpomalením odtokové vody, ochranou proti erozi, vysušování a jsou zdrojem organické hmoty. Dále chrání semenáčky před zvěří (opticky) a snižuje negativní působení přizemních mrazíků (Varínský J., 2008). Zároveň však je nežádoucí, kdy buřeň začne bránit semenáčkům a sazenicím ve správném vývoji. Jedincům konkuruje v boji o prostor a vláhu, dále zpomaluje odrůstání, zhoršuje jejich zdravotní stav a zvyšuje náchylnost vůči houbovým patogenům (Kulla L., et al., 2012). Vůči buřeni je možné chránit jak mechanicky, tak chemicky. Mechanická ochrana je provedena plošně, v pruzích nebo individuálně. Spočívá v ožínání nebo ošlapávání a je nutné ji aplikovat alespoň dvakrát za rok. Při aplikaci chemické obrany se využívají herbicidy, které buřeň likvidují. Dále je možné použít fytohormony ke zpomalení jejího růstu (Mauer O., 2009).

Výskyt hub u obnovy lesa může mít pozitivní i negativní efekt podle druhu. Pozitivní efekt mají mykorrhizní houby, které vytváření symbiózu s rostlinami na jejich

kořenech. Transformace půdního dusíku a fosforu na formu vyhovující rostlinám je kritická pro její vývoj (Dickie I.A., et al., 2013; Chalot M., Plassard C., 2011).

Existuje ale i mnoho druhů houbových patogenů, které negativně ovlivňují vývoj semenáčků. Mezi nejčastější houbové onemocnění patří padání semenáčků. Tento jev je nejčastěji způsoben půdní houbou rodu *Fusarium*. Patogen ucpává vodivá pletiva semenáčků a dochází k zasychání a následnému odumření (Pešková V., 2005). Dalším významným houbovým patogenem je plíseň šedá (*Botrytis cinerea* (De Bary) Whetzel), která napadá nejrůznější druhy dřevin. Do rostlin vniká různými rankami způsobenými hmyzem (mšice, ploštice) či průduchy. Patogen obvykle napadá čerstvé výhony a pupeny semenáčků a sazenic, kde vytváří typicky šedé podhoubí (Pešková V., Soukup F., 2002). U borovice lesní se např. vyskytuje houbový patogen sypavka borová (*Lophodermium pinastri* (Schrad.)). Patogen je nebezpečný hlavně pro semenáčky a sazenice, které jsou špatně zakořeněné nebo pod útlakem buřeně. K nákaze dochází na asimilačních orgánech, které žloutnou, až z toho odumře celá rostlina (Šrůtka P., 1998).

Obecně se k ochraně semenáčků a sazenic vůči houbovým patogenům využívají chemické postřiky (fungicidy) dle platného seznamu povolených přípravků na ochranu rostlin vydávaným Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělství.

Hmyzí škůdci ve výsadbách jsou vázáni na světlé a teplé plochy. Proto, čím je větší plocha paseky, tím jsou lepší podmínky pro výskyt tohoto hmyzu a zákonitě vznikají rozsáhlejší škody (Modlinger R., et al., 2015). Nejvýznamnějším hmyzím škůdcem na sazenicích je klikoroh borový (*Hylobius abietis* L.). Dospělci tohoto druhu škodí primárně na smrku a borovici okusem kořenových krčků. Výskyt tohoto škůdce je podmíněn přítomností čerstvých pařezů. Proto je nejúčinnější obranou dodržovat tzv. „pasečný klid“, kdy se odloží zalesnění o rok a pařezy se tak stávají méně atraktivními (Långström B., Day K.R., 2007). Stejný typ poškození působí lýkohub drvař (*Hylastes cunicularius* Er.). Úživný žír dospělců probíhá na kořenových krčcích sazenic. Obrana vůči tomuto druhu je nesnadná a vyžaduje využití chemických prostředků (Lindelöw Å., 1992). Ploskohřbetka sazenicová (*Acantholyda hieroglyphica* Christ) je druh, jehož

housenice se živý asimilačními orgány jehličnatých dřevin. Pokud jsou sazenice v dobrých stanovištních podmínkách, tak mortalita nedosahuje vysokých čísel. Spíše lokálním škůdcem je krtonožka obecná (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.), jejíž larvy poškozují kořeny sazenic překusováním (Modlinger R., et al., 2015).

Hojně využívanou ochranou i obranou vůči hmyzím škůdcům jsou chemické prostředky (insekticidy) uvedené v seznamu povolených přípravků na ochranu rostlin vydávaným Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělství.

3.4. Příprava půd k zalesnění

V lesích bez zásahu člověk probíhá příprava půdy pouze omezeně, zajišťuje ji zvěř a erozní činnost vody (Silvarium, 2015). Při úmyslné přípravě prostředí k zalesnění se podle potřeb využívá mechanické, chemické a biologické přípravy půd (Mauer O., 2009). Příprava půd k zalesnění obsahuje soubor opatření, který vytváří co nejvhodnější podmínky pro obnovu lesa (Černý Z., et al., 1995).

3.4.1. Mechanická příprava půd

Mechanická příprava půdy je základní pracovní postup, který napomáhá ujmutí a dalšímu růstu jedinců. Dochází k narušení půdního krytu, případně k promíchání vrchní vrstvy půdního horizontu (frézy apod.). Tím se zlepší provzdušnění, chemické a fyzikální vlastnosti půd, upraví se vodní režim a je potlačen vliv buřeně (Vopravil J., et al., 2017). Za tímto účelem se v mechanizované přípravě půd využívají různé druhy pluhů a fréz, dále diskové a finské brány, buldozery a ruční nebo motorové jamkovače (Vacek S., et al., 2009). Dále se do mechanické přípravy půd řadí odstraňování náletů nežádoucích dřevin a buřeně pomocí motorových pil, křovinořezů a speciálních strojů (Vopravil J., et al., 2017).

Pluhová příprava půdy

Podle Aleksandrowicz-Trzcińskiej M., et al. (2013) se příprava půdy pluhem jeví jako nejlepší způsob, jelikož je odkryta minerální část půdy a je vytvořena brázda obdélníkového tvaru, což značně napomáhá přirozené obnově. Při orbě je tedy odkryta vysychavá část horizontu půdy, která by zamezila vývoji semenáčků. Dále uvádí, že tento způsob přípravy půdy také vytváří vyvýšená místa pro sadbu, která jsou sušší a s nižší konkurencí, což některým dřevinám může vyhovovat, na rozdíl od brázdy, ve které probíhá vyšší retence a přirozeně je zde vyšší konkurence jak dřevin, tak i bylin a trav. Ritari A., Lähde E. (1978) doplňuje, že se zvyšuje teplota půdy a dostupnost živin, půda je prokypřena a provzdušněna. MacKenzie M.D., et al. (2005) uvádí, že zvýšení teploty napomohlo k lepší dostupnosti dusíku pro rostliny na začátku sezóny oproti půdám, kde neproběhla žádná příprava. Dále, podle výsledků tohoto autora došlo k vyšší míře dekompozice, což pravděpodobně zapříčinilo pozvolnější uvolňování dusíku do půdy. Studie provedená Macadamem A., Bedfordem L. (1998) prokazuje signifikantní pozitivní vliv na růst a vývoj sazenic, kterého bylo díky této metodě přípravy půdy dosaženo.

Příprava půdy talířovou frézou

Pro minerální půdy je používání talířové frézy nejčastěji využívaným způsobem přípravy půdy v lesnictví (Palviainen M., 2007). Princip talířové frézy spočívá ve vytvoření brázdy, ve které jsou promíchány humusové horizonty s minerální půdou (MacKenzie M.D., et al. (2005). Tím se vytvářejí tři typy povrchů: brázdy, ve kterých jsou smíchány vegetace, těžební zbytky a organická vrstva, dále hřebeny, ve kterých je převrácený materiál a neporušené plochy. Brázdy a hřebeny tvoří 40-60 % celé plochy (Saksa T., et al., 1990). Podobně jako u pluhové přípravy půdy dochází ke zvýšení teploty půdy, nakypření a zvýšení míry dekompozice (MacKenzie M.D., et al., 2005; Saloni P., 1983).

3.4.2. Chemická příprava půd

Chemická příprava půd slouží k potlačení buřeně. Sice může buřeň mít i pozitivní vliv na vývoj semenáčků a sazenic (produkce biomasy, nižší eroze apod.), nicméně převažují nevýhody, které zabuřenění plochy skýtají (Varínský J., 2008). Autor dále uvádí, že k chemické přípravě půd se přistupuje spíše výjimečně, kdy buřeň působí jako vážná překážka pro zalesnění, či jako přímé ohrožení jedinců na ploše.

3.4.3. Biologická příprava půd

Tento způsob přípravy půd spočívá ve využití melioračních schopností dřevin, které svým výskytem vylepšují stanovištní a klimatické podmínky obnovované plochy. Druh meliorační dřeviny se určuje na základě plánované cílové hospodářské dřeviny (Šmelková L., et al., 2001). Druhy vhodnými pro vylepšování jsou například všechny druhy listnatých dřevin (Poleno Z., et al., 2009). Podle Šmelkové L., et al., (1989) jsou však pro přípravu půd vhodnější dřeviny vykazující rychlý růst (pionýrské dřeviny), odolnost jak vůči přebytku vody, tak vůči suchu. Dřeviny by podle autora dále měly být odolné vůči mrazu, zejména těm pozdním. Tyto meliorační dřeviny upravují mikroklima, vylepšují chemické vlastnosti půd a vytvářejí vhodnější vlhkostní a humusové podmínky pro vnášení hospodářských dřevin (Vopravil J., et al., 2017).

3.5. Legislativní úprava obnovy lesních porostů v České republice

3.5.1. Přirozená obnova

O přirozené obnově neexistuje mnoho zákonů, vyhlášek či paragrafů, jelikož přirozená obnova sama o sobě nemá a ani nepotřebuje mnoho omezení a nařízení.

Tím nejobsáhlejším a zároveň základním zákonem je zákon č. 289/1995 Sb. V tomto zákoně, v § 31, odstavci 1, ohledně přirozené obnovy lesních porostů platí, že vlastník lesa je povinen obnovovat lesní porosty vhodnými dřevinami, a pokud jsou vhodné podmínky, je žádoucí využívat přirozené obnovy (Zákon č. 289/1995 Sb.).

Ve vyhlášce č. 456/2021 Sb., § 2, odstavci 3, je v části týkající se přirozené obnovy uvedeno, cituji *„Počet a kvalita sadebního materiálu lesních dřevin, popřípadě jedinců z přirozené obnovy nebo sje jednotlivých druhů lesních dřevin se volí tak, aby bylo dosaženo zajištěného lesního porostu a současně byly vytvořeny předpoklady k dosažení stanovištně vhodné druhové skladby lesního porostu.“* (Vyhláška č. 456/2021 Sb.). Z toho vyplývá, že při přirozené obnově je nutno dosáhnout rovnoměrného rozmístění semenáčků. Pokud se tak nestane, je nutno na této ploše přistoupit i k umělé výsadbě.

3.5.2. Umělá obnova

U tohoto typu obnovy lesních porostů je na rozdíl od přirozené obnovy nutné, dalo by se říct že přímo žádoucí, mít více nařízení a omezení. Pro účely této práce je zde vypsána nejzásadnější právní úprava pro umělou obnovu lesních porostů.

V zákoně č. 289/1995 Sb., v § 31, odstavci 6 je stanoveno, že holina vzniklá na lesním pozemku musí být zalesněna do 2 let, přičemž její zajištění do 7 let od vzniku holiny. Orgán státní správy lesů tuto lhůtu může v odůvodněných případech prodloužit při schvalování plánu, zpracování osnovy, nebo na žádost vlastníka lesa (Zákon č. 289/1995 Sb.). V dnešní době, v důsledku výskytu kůrovcové kalamity, bylo vydáno

Ministerstvem zemědělství opatření obecné povahy č. 17110/2020-MZE-16212, které stanovuje, že vzniklá holina v důsledku kůrovcové kalamity musí být zalesněna do 5 let a lesní porosty na ní zajištěny do 10 let od jejího vzniku (Opatření obecné povahy č. 17110/2020-MZE-16212).

Při určování dřevinné skladby zakládaného porostu je nutné se řídit vyhláškou č. 298/2018 Sb., přílohou 2. Příloha obsahuje Rámcové vymezení cílových hospodářských souborů, kde je podle CHS a souborů lesních typů (dále SLT) nařízen minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin (dále MZD). Pro účely umělé obnovy je zde ještě doporučený podíl MZD, dřeviny základní cílové, dřeviny základní přípravné a dřeviny MZD (Vyhláška č. 298/2018 Sb.).

Vyhláškou č. 456/2021 Sb., přílohou č. 4, jsou stanoveny minimální počty jednotlivých druhů dřevin (v tisících) na 1 ha. V odstavci č. 2 této přílohy je uvedena výjimka, která povoluje snížení minimálních hektarových počtů pro všechny dřeviny až o 10 % při použití krytokořenných semenáčků a sazenic. Dále je v odstavci č. 3 v příloze č. 4 povoleno snížit minimální hektarové počty až o 20 % při použití poloodrostků a odrostků, ať už se jedná o prostokořenný, či obalovaný sadební materiál (Vyhláška č. 456/2021 Sb.).

V této vyhlášce je z hlediska umělé obnovy lesních porostů důležité zmínit § 2, odstavec 5 a 8 (bod a, b i c). Odstavec 5 stanovuje, cituji „*Za obnovený je pozemek považován tehdy, roste-li na něm alespoň 60 % minimálního počtu životaschopných jedinců stanovištně vhodných dřevin, rovnoměrně rozmístěných po ploše.*“ Pokud tento stav nenastane, musí dojít k vylepšování, jinak se jedná o protiprávní jednání. V odstavci 8 je dále stanoveno, že za zajištěný lesní porost je považován právě takový porost, na kterém je rovnoměrně rozmístěno minimálně 80 % jedinců z minimálních hektarových počtů uvedených v příloze 4 této vyhlášky. Dále musí jedinci vykazovat trvalý výškový přírůst a musí být odrostlí negativnímu vlivu buřeně a nebyt výrazně poškozeni (Vyhláška č. 456/2021 Sb.).

3.6. Druhy dřevin významné pro přirozenou obnovu kalamitních ploch

V posledních desetiletích jsou lesní porosty ve střední Evropě výrazně ovlivněny častěji se vyskytujícími disturbancemi, přičemž se zvyšuje i intenzita jimi způsobených škod (Kulakowski D., et al., 2016). Poměrně vysoké zastoupení stejnověkových a stejnorodých jehličnatých porostů vyskytujících se mimo své přirozené rozšíření a výrazné ovlivnění porostů lidskou činností ubývá na resistenci lesních ekosystémů. Tato společenstva jsou tedy náchylnější vůči disturbancím než přirozená lesní společenstva (Seidl R., et al., 2011). Při vzniku kalamitní plochy se v dnešní době standardně postupuje od vyklizení dřevní hmoty spolu s těžebními zbytky, po přípravu půdy a následné umělé zalesnění. Tento postup se ale ne vždy setkává s úspěchem, je značně ekonomicky a logisticky náročný a vznikají při něm stejnověkové porosty, které budou v budoucnu náchylné (Lässig R., et al., 1995). Úspěšnost obnovy na rozsáhlých kalamitních holinách ovlivňují nepříznivé klimatické podmínky, zahuštění, vyplavování živin a mineralizace humusových horizontů, riziko zvýšení hladiny spodní vody a další (Fischer A., et al., 2002). Z toho vyplývá, že je efektivnější využívat přirozenou obnovu alespoň jako doplněk umělé obnovy, což přináší značné výhody.

3.6.1. Listnaté dřeviny

Bříza bělokorá (*Betula pendula* Roth.)

Bříza bělokorá je rozšířena prakticky na celém území Evropy (včetně ČR), kromě Islandu, části Řecka a Pyrenejského poloostrova. Areál rozšíření se z Evropy táhne severní Asií, přičemž zasahuje i do Eurasie. Dále je rozšířena také v Severní Americe od jižní hranice USA až za polární kruh (Buriánek V., et al., 2014). Roste ve všech lesních vegetačních stupních kromě klečového, kde je nahrazena břízou pýřitou. Tato hranice na našem území činí 900-1 000 m n.m., na Moravě kolem 1 100 m n.m.,

příčemž výškového maxima dosahuje na Lysé hoře v Beskydech (1 150 m n.m.) (Kříž Z., 1990).

Bříza bělokorá má vysoké nároky na světlo a je schopna růst v široké škále klimatických i půdních podmínek. Bříza bělokorá je typickým zástupcem pionýrských dřevin s velmi skromnými ekologickými nároky. Hojně se vyskytuje v kyselých doubravách a borech, na silikátových skalách, píscích a nejrůznějších stanovištích antropicky ovlivněných (Atkinson M.D., 1992). Spokojí se s kyselými a na vodu i živiny chudými stanovišti, avšak nevyhovují jí půdy na vápenitých podkladech. Na živných, těžkých a zhutnělých půdách roste jen omezeně (Beck P., et al., 2016). Výborně snáší drsné klimatické prostředí. Je plně mrazuvzdorná a netrpí ani na vysoké teploty. Je to naše nejnáročnější dřevina na dostupnost světla, v zástinu brzy odumírá (Buriánek V., et al., 2014).

Tato dřevina má značný potenciál při zalesňování nelesních půd a ploch po kalamitách. Dále má značný rekultivační význam na výsypkových a jiných plochách zdevastovaných těžbou (Dimitrovský K., 2000). Jelikož je tolerantní vůči znečištěnému ovzduší, sehrála významnou roli při znovuzalesnění rozsáhlého území v Krušných horách po imisní kalamitě v 70. a 80. letech. Dokonce je možné ji pěstovat jako hlavní hospodářskou dřevinu na extrémních stanovištích různého druhu (Buriánek V., 2004). Obvykle je však využívána buďto jako přípravná dřevina při zalesňování holin, nebo jako dřevina spadající do kategorie MZD (Poleno Z., 1996). Výhodou této dřeviny je vysoký potenciál přirozené obnovy. Dle konstatování v práci Ledera B. (2017), dosahují po 10 letech počty přirozeně zmlazených jedinců značné variability. Na kalamitní holině se vyskytlo 5 % plochy bez obnovy, naopak na 4 % plochy se vyskytovalo 50 tis ks/ha.

Díky všem zmíněným parametrům této dřeviny je vhodná pro různé metody zalesnění a její využití by mohlo v budoucnu narůstat.

Bříza pýřitá (*Betula pubescens* Ehrh.)

Rozšíření v Evropě břízy pýřité je oproti bříze bělokoré menší, v jiných částech světa je však rozšíření velice podobné (Úradníček L., et al., 2009). Oproti bříze bělokoré zasahuje bříza pýřitá na Sibiři dále na východ (až k Bajkalu) a vůbec se nevyskytuje v Severní Americe (Buriánek V., et al., 2014). V Kříži Z. (1990) je uvedeno výškové maximum v nadmořské výšce 1290 m na našem území (konkrétně Hrubý Jeseník, Velká Kotlina). Ve vyšších polohách (zejména na Šumavě a v Krušných horách) tvoří často obtížně identifikovatelné hybridogenní populace s břízou karpatskou.

Na rozdíl od břízy bělokoré je méně náročná, avšak vyžaduje vyšší vzdušnou a půdní vlhkost, což je jejím hlavním kritériem výskytu. Je tedy typickým druhem vyskytujícím se na slatinách nižších poloh, bažinaté louky, okraje vrchovišť vyšších poloh a hor a rašeliništích, kde nahrazuje břízu bělokorou (Beck P., et al., 2016).

Díky její nenáročnosti je bříza pýřitá vhodná jako přípravná dřevina na chudé, degradované a bývalé zemědělské půdy. Na těchto půdách může plnit meliorační a zpevňující funkce stejně jako bříza bělokorá, avšak bříza pýřitá se hodí více do vyšších poloh (Praciak A., et al., 2013). Pěnička L. (2010) uvádí, že lesnický provoz začal věnovat pozornost hybridogenním populacím břízy pýřité, jelikož se vyznačují nižší mortalitou. Problematické je však, podle autora, získání dostatečného množství osiva pro běžné pěstování sadebního materiálu kvůli nedostatečné, několik let trvající, fruktifikaci.

Olše lepkavá (*Alnus glutinosa* L.)

Areálem rozšíření olše lepkavé je téměř celá Evropa, avšak je limitovaná stanovištními podmínkami, a díky tomu vytváří izolované populace (Úradníček L., et al., 2009). Obvykle se tento druh vyskytuje v nadmořských výškách do 1 000 m, avšak je možné (i když výjimečně) najít izolované populace v 1 800 m n.m. (Roloff A., et al., 2010).

Tento druh dominuje na vodou ovlivněných stanovištích (zabahněné půdy, půdy s vysokou hladinou spodní vody a stagnující vody) a může růst na půdách, kde dochází k fyzikálním i chemickým změnám (Funk D.T., 1990). Nejvyšší přírůst biomasy je očekáván na půdách s pohyblivou půdní vodou a humózních hlinitých půdách s odpovídající zásobou živin (Souček J., 2021). Jelikož se jedná o pionýrský druh, dokáže odrůstat i na jiných stanovištích. Zde však dochází ke snížení produkce biomasy a ztrátě vitality (Pietrzykowski M., 2019).

Využití této dřeviny při obnově spočívá hlavně v oblastech s opakovanými záplavami, v místech s narušeným půdním povrchem, případně v okolí vodních toků, kde se změnil stav vodní hladiny. Její zpevňující funkce je na těchto stanovištích nenahraditelná (Klaassen R.K.W.M., Creemers J.G.M., 2012).

Olše šedá (*Alnus incana* L.)

Areál olše šedé se rozkládá od Francie až po Ural, na severu se vyskytuje v celé Skandinávii, omezeně na Apeninském a Balkánském poloostrově (Savill P., 2013).

Oproti olši lepkavé je méně náročná na obsah živin a vody v půdě, zároveň je však méně odolná vůči stagnující vodě. Těžištěm výskytu olše šedé jsou vlhké, provzdušněné půdy v okolí řek, má odpor vůči výrazně kyselým a rašelinným stanovištím (Shaw K., et al., 2014). Klimaticky jsou oba zmíněné druhy olší značně

nenáročné a přizpůsobivé. Dále mají vysoký nárok na světlo a při zastínění rychle ztrácí vitalitu (Funk D.T., 1990).

Možnost využití této dřeviny při obnově lesa je v horských polohách, kde nahrazuje olši lepkavou. Jinak pro ni platí stejná pravidla, která jsou zmíněna u olše lepkavé (Souček J., 2021).

Topol osika (*Populus tremula* L.)

Rozšíření této dřeviny patří mezi nejrozsáhlejší v rámci dřevin boreálních a temperátních lesů Euroasie. Areál se táhne od Islandu po poloostrov Kamčatka, na severu dosahuje po polární kruh a na jižní hranici je rozšířena ve Španělsku, Turecku, severní Korei a severním Japonsku (Friis I., 1998). Díky takto širokému rozšíření dokáže odrůstat ve velikém rozpětí vertikálního rozšíření (v Pyrenejích dokonce roste až v 1 900 m n.m.) (Caudullo G., de Rigo D., 2016).

Topol osika je značně tolerantní vůči stanovištním a klimatickým podmínkám. Optimální produkce dřevní hmoty nastává na čerstvých humózních půdách s dostatečnou hladinou vody v půdě (MacKenzie N.A., 2010). Produkce se spolu s vitalitou snižuje při nenaplnění optimálních podmínek a na extrémních stanovištích přechází až do keřovitého růstu. Na dobrých stanovištích snáší i krátkodobé záplavy (Karjanmaa T.L., et al., 2007). Topol osika je dřevina značně náročná na světlo, je schopna odrůstat v zápojích s jinými slunnými dřevinami, pokud se nachází v úrovňovém postavení (Souček J., 2021).

Tato dřevina dobře odrůstá na minerálních půdách, pokud zde nedochází k zabuření (bývalé zemědělské plochy, naplavené půdy, spáleniště), případně na místech s narušenou humusovou vrstvou (Worrel R., 1995). Pro obnovu na kalamitních plochách se jeví jako ideální kříženec topolu osika a topolu bílého (*Populus alba* L.). Vzniklý kříženec je pojmenován jako topol šedý (*Populus canescens* Ait.) a vykazuje obdobné stanovištní nároky a růst jako rodičovské druhy. Potenciál využití při obnově

lesa je zejména v nižších polohách, na stanovištích s dostatečnou zásobou vody a živin v půdě (Úradníček L., et al., 2009). Podle Nilssona U., et al. (2010) se v zahraničí při obnově lesa využívají i hybridy topolů.

Vrba bílá (*Salix alba* L.)

Vrba bílá je druh rozšířený v celé Evropě kromě Skandinávského poloostrova, v celém Turecku a v části severní Afriky. Její původní výskyt se ovšem nedá zcela určit, jelikož byla tato dřevina značně rozšířena člověkem (Praciak A., et al., 2013). Vertikálně se vrba vyskytuje od nížin až po 2 400 m n.m. (v jižních oblastech) (Isebrands J.G., Richardson J., 2014).

Typicky se tento druh nachází u vodních ploch a toků (Bilz M., et al., 2011). Preferuje písčité, bahnité nebo vápenité půdy, ale toleruje i další půdní typy, pokud mají její kořeny přístup k vodnímu zdroji. Jedná se o světlostní dřevinu, nedokáže odrůstat v zástínu (Koop H., 1987). V dospělosti je tato dřevina jedna z nejvíce odolných dřevin vůči záplavám (Schnitzler A., 1994).

Vrba bílá se aktivně rozmnožuje jak vegetativně, tak generativně. Její význam spočívá ve zpevňování vodou ovlivněných stanovištích (Durrant T.H., et al., 2016a).

Jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.)

Jeřáb ptačí je rozšířen po celé Evropě, částečně ho lze najít i ve vyšších polohách na Blízkém východě (Räty M., et al. 2016). Díky jeho adaptaci na krátkou vegetační dobu má širokou vertikální amplitudu rozšíření, vyskytuje se jak v nížinách, v Tyrolech dosahuje až 2 400 m n.m. (Raspé O., et al., 2000).

Tato dřevina je schopna tolerovat vysoké teploty v letním období, pokud nejsou spojeny s déle trvajícím suchem (Grime J.P., et al., 1988). Z toho důvodu se obvykle nevyskytuje na suchých a výsušných půdách, ale ani v mokřadech, jílovitých a vápenitých půdách (Savill P., 2019). V přirozených společenstvech je jeřáb uváděn v horských smrččinách, v nižších polohách v kyselých doubravách, borech a suťovištích (Svoboda P., 1957). Svými nároky je tato dřevina podobná břízám s tím rozdílem, že více toleruje zastínění a je schopna lépe odrůstat ve vyšších polohách (MacVean D.N., Ratcliffe D.A., 1962). Dřevina je odolná i vůči dalším, stres působícím faktorům, zejména vůči mrazu (Savill P., 2019).

Jeřáb ptačí je významná dřevina na půdách v horských oblastech ohrožených erozí, kde působí jako zpevňující dřevina (Bosco C., et al., 2015). Na extrémních stanovištích může být dominantním způsobem šíření vegetativní obnova (Raspé O., et al. 2000). U generativní obnovy jsou vhodná optimální stanoviště s odkrytým nebo narušeným minerálním substrátem (Souček J., 2021).

Jeřáb břek (*Sorbus torminalis* Crantz)

Nejvíce se tato dřevina vyskytuje v jižní a střední Evropě, Francii a v Turecku, kde dosahuje nejvyšší nadmořské výšky a to 2 200 m. Pomístně se také vyskytuje v severní Africe (Nicolescu V.-N., et al., 2009; Welk E., et al., 2016).

Jeřáb břek je dřevina značně odolná vůči mrazu a do jisté míry také vůči pozdním jarním mrazům. Gonin P., et al., (2014) uvádí, že v dubnu je schopen snášet teploty až -5 °C. Jedná se o typickou pionýrskou dřevinu, která nesnese zastínění, není konkurenceschopná, a proto se v lesních porostech vyskytuje pouze jednotlivě či v malých skupinkách. Jeřáb břek je vcelku nenáročná dřevina na stanovištní podmínky, vyhýbá se pouze suchým písčitém a podmáčeným půdám (Nicolescu V.-N., et al., 2009).

Díky jeho nenáročnosti je možné jeřáb břek využívat při zalesňování zemědělských půd anebo jako přípravnou dřevinu na kalamitních holinách (Kučerová V., et al., 2010).

Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.)

Areál tohoto druhu se rozkládá prakticky v celém mírném pásu Evropy. Izolované populace se nacházejí i v jižních částech Evropy, ale pouze ve vyšších nadmořských výškách (obvykle dosahuje 1 000 m n.m., zde však dosahuje až 2 000 m n.m.) (Packham J.R., et al., 2012). Rozšíření do severních částí Evropy je omezeno, jelikož zde ke svému vývoji nemá dostatečný počet dní vegetačního období. Jak se ve východní Evropě stává klima více kontinentální, dochází k nahrazování buku lesního bukem východním (*Fagus orientalis* Lipsky) (Durrant T.H., et al., 2016b). V ČR tento druh dosahuje výškového rozpětí 150-1 250 m n.m., přičemž optimum má ve 4. lesním vegetačním stupni (Mičán A., 2010).

Buk lesní je jednou z nejstinnějších listnatých dřevin vyskytujících se na našem území. Po celý životní cyklus nesnáší rychlé odclonění, v mládí je značně citlivý na teplotní výkyvy a holomrazy. Dřevina je náročná na půdní i vzdušnou vlhkost a potřebuje alespoň středně bohaté, kypré půdy s vyšším obsahem vápníku (Galle J., 2009). Nesnáší těžké a jílovité půdy, dále půdy rašelinaté, písčité a bažinaté (Úradníček L., Chmelař P., 1998).

Buk lesní je důležitá dřevina evropského lesnictví. Sukcese buku má nejvyšší úspěšnost pod krytem mateřského porostu (Packham J.R., et al., 2012). Šindelář J. (2000) z praktických zkušeností a výzkumu usuzuje, že může být až téměř pravidlem obnova bukových porostů přirozenou cestou. Pokud dojde k dostatečnému uvolnění porostu, dochází k sukcesi naprosto spontánně, jinak je žádoucí příprava, či zraňování půdy. Autor dále odhaduje, že by se podíl přirozené obnovy porostů mohl vyšplhat až na 80 % za předpokladu správné aplikace pěstební techniky a ochrany náletů a nárostů.

Dub letní (*Quercus robur* L.)

Areál dubu letního se rozkládá v celé střední a západní Evropě (ve Španělsku pouze částečně). Na východ dosahuje až k Uralu, na jihu se vyskytuje na Apeninském a částečně i Balkánském poloostrově. Dále se vyskytuje v Turecku, v jižní části Skandinávie (Ducouso A., Bordacs S., 2004). Nejvyšší nadmořské výšky dosahuje v Alpách, tedy 1 300 m n.m. (Roloff A., et al., 2010).

Tento dřevinný druh preferuje půdy bohaté na živiny a vodu. Dominantní dřevinou se stává převážně v oblastech s nižší nadmořskou výškou. K olistění dochází až na přelomu dubna a května, což mu umožňuje přečkat pozdní mrazíky bez újmy (Praciak A., et al., 2013). Dub letní dobře odrůstá na těžkých půdách, půdách u vodních toků nebo podmáčených půdách, kde panuje kontinentální klima. Dále je značně náročný na světlo (Leuschner Ch., Ellenberg H., 2017).

Dub letní je schopen chovat se také jako pionýrská dřevina. To mu umožňují žaludy, které jsou schopné přežít pod bylinným patrem po dlouhou dobu, vyvíjet kořenový systém a poté rychle vyrůst, když dojde k trvalému oslunění (Savill P., 2019).

Dub zimní (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.)

Oproti dubu letnímu je areál rozšíření dubu zimního menší kvůli jeho nárokům na prostředí. Populace tohoto druhu lze nalézt téměř všude jako u dubu letního kromě východní Evropy. Na Balkánském poloostrově je však jeho výskyt podstatně vyšší (Ducouso A., Bordacs S., 2004). Jedná se druh, který se přirozeně vyskytuje ve vyšších nadmořských výškách než dub letní, proto dosahuje až 2 000 m n.m. v severní části Turecka (Johnson O., 2006).

Tato dřevina preferuje spíše přímořské klima a sušší půdy než dub letní. Často se vyskytuje na lehkých půdách se zastoupením skeletu, kde panuje vyšší acidita půdy (Roloff A., et al., 2010). Oproti dubu letnímu se vyskytuje ve středních a vyšších

polohách, ale stejně jako dub letní je dub zimní náročný na světelné podmínky (Savill P., 2019).

Dub zimní je stejně jako dub letní schopen chovat se jako pionýrská dřevina, pokud k tomu nastanou správné podmínky (Praciak A., et al., 2013).

3.6.2. Jehličnaté dřeviny

Smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst.)

Smrk ztepilý je hlavní dřevina boreálních a subalpínských lesů. Areál výskytu tohoto druhu se rozkládá od Francie po Ural (dále na Sibiři se mísí se smrkem sibiřským (*Picea obovata* Ledeb.). Vysoké zastoupení smrku je také ve Skandinávii. (Dušek D., 2015; Filer D., Farjon A., 2013). Vertikálně je smrk rozšířen od hladiny moře po výšku 2 400 m n.m. dosahující v Alpách (Pâques L.E., 2013).

Pro své vlastnosti je schopen růst v různých klimatických i půdních podmínkách. Jedná se o relativně na živiny nenáročnou dřevinu a při dostatečné vlhkosti a optimální nadmořské výšce u nás dokáže růst i na velmi chudých půdách (Úradníček L., et al., 2001). Za optimální pro růst se považují půdy s kyselostí pH 4,0-5,0. Pokud roste na půdách s dostatečnou vlhkostí, vytváří převážně povrchový kořenový systém. Na písčitéch a štěrkopísčitéch půdách však dokáže vytvářet i hlubší kořenovou soustavu (Mráček Z., Pařez J., 1986). Na půdní vlhkost je tento druh značně náročný a její nedostatek je limitující faktor pro optimálního růstu. Smrk ztepilý v mládí dobře snáší zástín, s přibývajícím věkem je více světlomilný (Horgan T., et al., 2003).

Jedná se o nejdůležitější evropskou dřevinu jak z ekologického, tak ekonomického hlediska (Pâques L.E., 2013). Autor dále uvádí nesporný význam této dřeviny, který spočívá právě v horských oblastech, kde působí jako ochranná dřevina. Smrk ztepilý je schopen sukcese jako pionýrská dřevina a vykazuje dobré výsledky při zalesňování holin s různými podmínkami (Tinner W., Ammann B., 2005). Šindelář J.

(2000) uvažuje, že by podíl přirozeně obnovovaných ploch mohl dosahovat až 25 % z celkové obnovy této dřeviny. Při této úvaze vychází ze skutečnosti, že se smrk spontánně zmlazuje i na stanovištích, která nejsou vhodná pro významnější zastoupení smrku. Proto lze předpokládat, že se bude sukcese smrku zteplého dočká širšího využití, a to i na svěžích a živných stanovištích.

Borovice lesní (*Pinus silvestris* L.)

Borovice lesní je rozšířena takřka v celé Euroasii. Její výskyt začíná na severozápadní části Pyrenejského poloostrova a táhne se přes Evropu až k Ochotskému moři. Na severu se vyskytuje až za polárním kruhem, v jižních částech Evropy a na Blízkém východě je pouze omezeně. Borovice lesní se vyskytuje od nížin po 2 600 m n.m. (Skilling D.D., 1990). V ČR se tato dřevina vyskytuje prakticky na celém území v podobě různých ekotypů. Původní ekotyp borovice lesní na našem území však nalezneme pouze v oblastech reliktních borů (Štancík M., 2020).

Díky svému rozšíření má borovice lesní velké ekologické rozhraní. Je tolerantní k různým délkám vegetační doby (na severu 90 dní, na jihu až 200 dní). Odrůstá jak v extrémních podmínkách permafrostu na Sibiři, tak i na velmi suchých, písčitých půdách (snese i úhrn srážek pouze 200 mm za rok). (Connolly A., Kelly D.L., 2000). Vyskytuje se jako hlavní dřevina (nebo také i jako jediná) na pískovcovém podloží, hadcích, v extrémních podmínkách vápenců, rašelin a na skalnatých výchozech kyselých hornin (Mikeska M., et al., 2008). Jedná se o značně světlomilnou dřevinu, v mládí nesnese zastínění ani růst v přehoustlých porostech (Úradníček L., et al., 2001).

Na půdách, kde se vyskytuje jako hlavní dřevina, dochází k přirozenému zmlazení. Semenačky jsou odolné vůči mrazu s výjimkou humusových půd, kde hrozí holomrazy (Pleva J., 1962). K přirozené obnově dochází spíše pod mateřským porostem, který je prosvětlen. Pro uchycení semen je vhodné provést přípravu půdy, čímž se naruší půdní kryt a zároveň se potlačí rozvoj přizemní vegetace (Bílek L., et al., 2017). Toto konstatování potvrzuje i Šindelář J. (2000), který také předpokládá, že

pokud se bude přirozené zmlazení podporovat, je možné dosáhnout podílu až 10 % přirozeně obnovených porostů z celkového počtu obnovovaných ploch v ČR.

Modřín opadavý (*Larix decidua* Mill.)

Tento druh je rozšířen primárně v Alpách a Karpatech, kde tvoří dřevinné populace na horní hranici lesa, dále se vyskytuje v celé střední Evropě. Vyskytuje se také na celém britském ostrově, v Rumunsku a Francii (Meusel H., 1994). Jeho vertikální rozšíření je značně rozsáhlé – v Polsku se vyskytuje ve 180 m n.m. a v Alpách ve 2 500 m n.m. (Leuschner Ch., Ellenberg H., 2017).

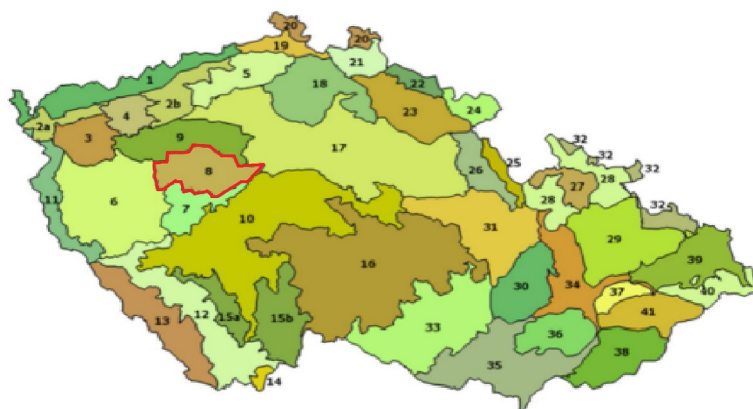
Obecně lze konstatovat, že je modřín opadavý světlomilná, pionýrská dřevina, která nesnáší zastínění. Má střední nároky na půdní a vzdušnou vlhkost, proto se nevyskytuje na vysýchavých půdách a v oblastech s nižšími srážkami (Praciak A., et al., 2013). Dává přednost živnějším půdám (na vápencích, dolomitech či čediči), které jsou čerstvé a hluboké. Modřín je dřevina odolná vůči drsnému klimatu a velkým teplotním výkyvům (Bannister P., Neuner G., 2001).

Modřín opadavý se sice poměrně snadno spontánně zmlazuje, to však na našem území platí spíše na území Křivoklátska, v oblasti ŠLP Křtiny u Brna a Černokostelecka. Důvodem tohoto potenciálu je vápenité podloží, které modřínu vyhovuje. V jiných oblastech je nutné uplatňovat spíše umělou výsadbu (Šindelář J., 2000). Autor dále uvádí, že by podíl sukcese modřínu mohl dosáhnout až na 50 %, což je však nutno brát s rezervou při pohledu na četnost lokalit. Dřevina je vhodná při zalesňování nelesních a bývalých zemědělských půd, kde slouží jako přípravná dřevina nebo funguje jako ochranný prvek porostu (Roloff A., 2010).

3.7. Širší charakteristika konkrétního stanoviště

3.7.1. Přírodní lesní oblast č. 8

Zájmové území se nachází v PLO č. 8 – Křivoklátsko a Český kras (obr. 1). Dle Hrubana R., et al. (2021), jsou zde z 54 % zastoupeny jehličnaté dřeviny, přičemž zde nejvíce dominuje smrk (25 %). U listnatých dřevin dominuje dub, a to s 19 %.



Obrázek 1: Umístění PLO, zdroj: uhul.cz.

Dle klimatického členění podle Quitta E. (1971) se 86 % plochy PLO nachází v mírně teplé oblasti s dlouhým, teplým a suchým létem a mírně teplým jarem i podzimem. Mírně teplé jsou zde i zimy, které jsou velmi suché a s krátkým trváním sněhové pokrývky. Ve zbytku PLO panuje obdobné klima s tím rozdílem, že je v zimě ještě méně srážek a trvání sněhové pokrývky je ještě kratší. Úhrn srážek ve vegetačním období v této oblasti patří k těm nižším na našem území, konkrétně se pohybuje mezi 300 a 400 mm ročně. Průměrná roční teplota se v celé oblasti pohybuje od 7 do 10 °C, ve vegetačním období od 12 do 14 °C (Hruban R., et al., 2021).

Z hlediska geomorfologie je v této oblasti hlavním celkem Křivoklátská vrchovina, která zahrnuje i Lánskou pahorkatinu. Nejstarší geologický podklad je

barrandienské svrchní proterozoikum, které je tvořeno především sedimenty vytvořené hluboko v mořské pánvi. Sedimentaci doprovázely výlevy čedičových hornin. Právě tyto sedimenty jsou reprezentovány drobami, břidlicemi či přechodovými prachovci. Na konci starohor došlo ke kadomské horotvorné činnosti, kdy byly sedimenty zvrásněny a z části přeměněny (Hruban R., et al., 2021).

3.7.2. Zájmové území

Zájmové území z geologického hlediska spadá do soustavy Český masiv, regionu středočeské a západočeské mladší paleozoikum (Internetový odkaz č. 1). Z hlediska pedologie zde převažuje kambizem dystrická (Internetový odkaz č. 2).

Zkoumané plochy se nacházejí v podmínkách CHS 43 a 45. Dle Mlčouška M., et al. (2020) by se na obou CHS měla přednostně využívat přirozená obnova, nerovnoměrně rozmístěné zmlazení poté doplňovat chybějícími cílovými hospodářskými dřevinami. Jelikož se jedná o velkoplošnou kalamitní holinu (nad 5 ha), je u obou CHS doporučena dvoufázová obnova. Autor dále uvádí, že až přípravné dřeviny dosáhnou větších dimenzí, je doporučeno je nahrazovat mozaikovitou obnovou kotlíky.

Hospodářská kniha uvádí, že se zkoumané plochy nacházejí na SLT 4S a 3K. SLT 4S (Svěží bučina) je tvořen hlubokými a čerstvě vlhkými půdami. Vyskytují se zde lesní typy BK šťavelová se svízelem drsným, ostřicí prstnatou, biková s kapradinami, holá s mařinkou a holá s ostřicí lesní. Přirozenou dřevinnou skladbou bývá kombinace buku (80 %) a jedle (20 %), cílovou skladbou je však smrk se zastoupením 70 %, buk (20 %) a zbytek by měl být tvořen jedlí či modřínem. Ohrožení abiotickými činiteli by mělo být zanedbatelné (Plíva K., 1987).

SLT 3K (Kyselá dubová bučina) je tvořen středně hlubokými, čerstvými až vysýchavými půdami. Vyskytují se zde lesní typy dbBK metlicová s ostřicí kulonosnou, biková nebo také mechová a borůvková. Přirozenou dřevinnou skladbu tvoří buk se zastoupením 60 % v kombinaci s dubem (30 %), doplněné jedlí, borovicí, případně

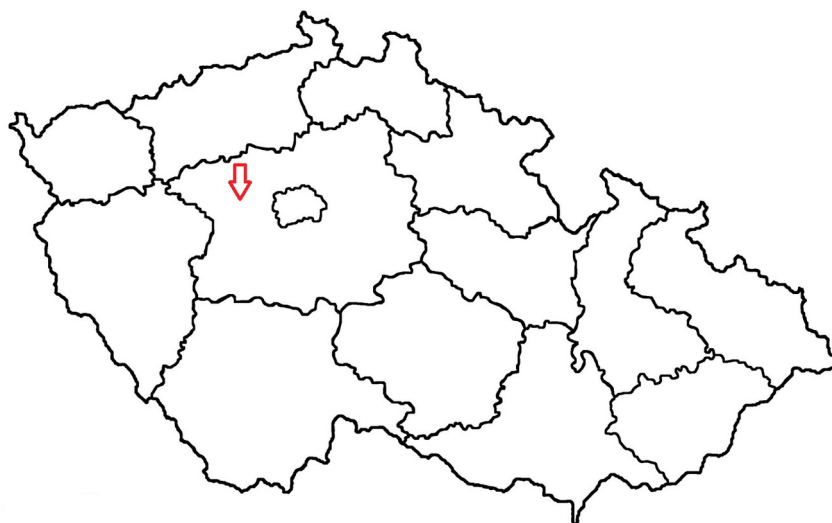
lípou. Cílovou skladbu tvoří borovice nebo smrk se zastoupením 60 %, dále dub (20 %) doplněné bukem, či modřínem. Ohrožení tohoto SLT by mělo být nepatrné, mírně suchem, středně degradací a slabě buření (Plíva K., 1987).

4. Metodika

4.1. Charakteristika území

4.1.1. Umístění kalamitní plochy

Výzkumná lokalita se nachází nedaleko obce Lány (okres Kladno) na GPS souřadnicích: 50.1234611N, 13.9119658E (obr. 2).



Obrázek 2: Umístění výzkumné plochy, zdroj: ucebnicemapy.cz.

4.1.2. Design přirozené obnovy

Na holině vzniklé po disturbanci byli na CHS 43 a 45 připraveny plochy pro výzkum, které přímo nenavazují na starší porosty (obr. 4).



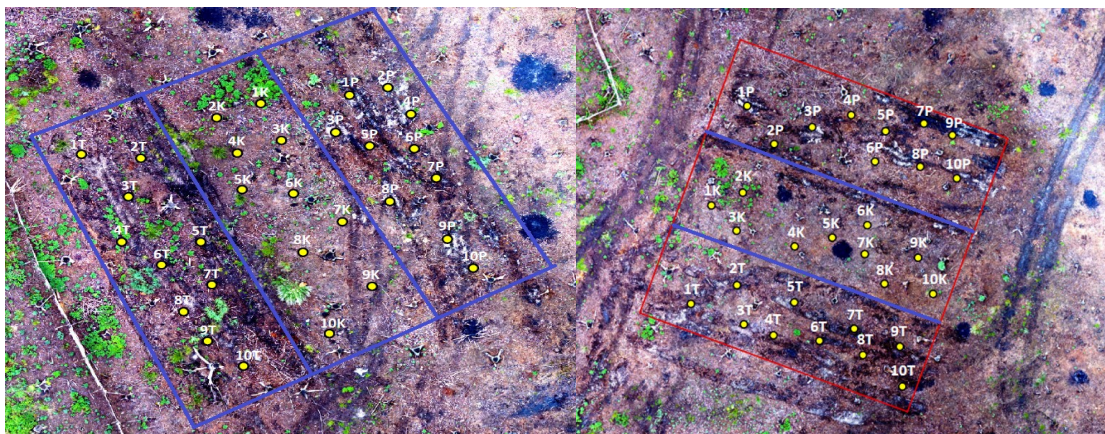
Obrázek 4: Rozmístění výzkumných ploch, zdroj: Pracovní materiál katedry Hospodářské úpravy lesů, Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze.

A

CHS 43

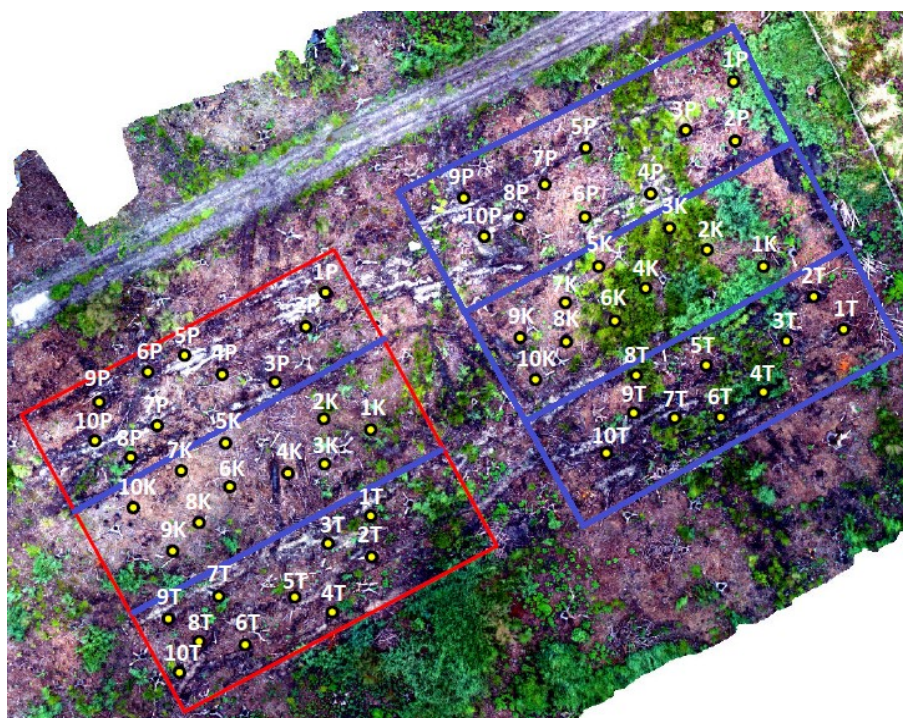
B

CHS 43



C

CHS 45



Obrázek 5: A-C: Schéma rozvržení variant a rozmístění bodů, zdroj: Pracovní materiál katedry Hospodářské úpravy lesů, Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze.

V květnu v roce 2021 byly na experimentální ploše založeny dvě plochy pro každé CHS o velikosti 25 x 25 m tak, aby byla každá varianta zastoupena rovnoměrně. V každém CHS je vylíšena jedna plocha oplocená a jedna neoplocená (červená linie). Pro přípravu půdy na jednotlivých plochách bylo využito jednoradličného pluhu

(varianta Pluh) a talířové frézy (varianta Talířová fréza). Mezi těmito variantami byl ponechán pruh půdy bez jakékoliv úpravy, která slouží pro porovnání výsledků (Kontrola). Jednotlivé varianty jsou od sebe odlišeny modrou dělicí čarou.

V každé variantě bylo náhodně rozmístěno deset bodů (žluté body) (tedy celkem 30 bodů na jednu plochu, 120 bodů pro všechny čtyři plochy), které reprezentují středy zkusných ploch (obr. 5 A-C). Každý bod je označen pořadovým číslem a počátečním písmenem typu varianty – 1-10P je označení bodů pro variantu Pluh, 1-10K pro variantu Kontrola a 1-10T pro variantu Talířová fréza.

Vzdálenost mezi těmito body byla taková, aby nedošlo k překrývání jednotlivých kruhových zkusných ploch.



Obrázek 6: Ukázka zkusné plochy, zdroj: vlastní foto.

Za použití dřevěného kříže a hadice byla jednotlivě vytvořena každá zkusná plocha (obr. 6). Poloměr takto vzniklé zkusné plochy byl roven 1 m (= 3,14 m²). Jednotlivé počty semenáčků i procentuální zastoupení pokrývnosti byly určovány ze zkusné plochy. Díky této metodě bylo dosaženo maximální konzistence.

4.1.3. Design umělé obnovy

Na kalamitní ploše bylo založeno mnoho ploch s umělou výsadbou dřevin v různých kombinacích. Pro účely tohoto výzkumu byly použity dvě plochy (Oplocená a Neoplocená) bez rozdílu CHS. Na každou plochu byly zasazeny sazenice dubu (D), buku (B), jeřábu (JŘ) a třešně (TŘ) ve skupinách po 16 jedincích (4 x 4) se sponem 1 m. Tyto skupiny jsou náhodně rozděleny tak, aby se nevyskytovaly dvě skupiny jedné dřeviny vedle sebe (obr. 7 A, B). Celkové počty zasazených jedinců pro oplocenou plochu činí 960 jedinců, pro neoplocenou plochu bylo vysazeno 1024 jedinců. Založení těchto ploch je uvažováno k prvnímu měření, tedy ke dni 30. 6. 2021. Tyto plochy se vyskytují v těsné blízkosti.

A

JŘ	D	TŘ	D	JŘ	B	TŘ	D
D	B	D	TŘ	D	B	B	JŘ
TŘ	D	JŘ	B	TŘ	D	JŘ	B
B	TŘ	D	JŘ	B	TŘ	D	JŘ
JŘ	B	JŘ	D	JŘ	B	JŘ	D
D	B	JŘ	B	TŘ	D	B	TŘ
TŘ	D	JŘ	D	TŘ	D	JŘ	B
			B	JŘ	B	JŘ	
			K	JŘ	K	JŘ	

Oplocená plocha

B

TŘ	JŘ	D	JŘ	B	D	TŘ	D
B	K	TŘ	JŘ	K	D	B	B
D	B	B	D	TŘ	JŘ	B	JŘ
TŘ	B	D	TŘ	D	B	D	B
JŘ	D	TŘ	JŘ	TŘ	D	TŘ	D
B	K	TŘ	JŘ	K	JŘ	TŘ	JŘ
D	B	JŘ	K	B	TŘ	B	JŘ
TŘ	B	D	JŘ	D	B	D	B
	K	B	JŘ	B	K	B	K

Neoplocená plocha

Obrázek 7 A, B: Schématické zobrazení skupin podle druhu dřevin.

4.2. Sběr dat

4.2.1. Přirozená obnova

Jednotlivé etapy sběru dat proběhly v intervalu čtyř měsíců. První etapa je datována k 30. 6. 2021, druhá 1. 9. 2021, třetí etapa pak k 28. 10. 2021. V každé zkusné ploše byl sečten počet zmlazených semenáčků dělených podle druhu dřeviny. Dále bylo určeno, zdali se jedná o semenáček jednoletý (BR_1, SM_1 atd.) či starší (BR, SM atd.). Spolu se semenáčky byla v rámci kruhové zkusné plochy určována procentuální pokryvnost bylin, trav, keříčků, kapradin, mechů, mrtvého dřeva a půdy tak, aby konečný součet těchto pokryvností byl roven 100 %.

Třetí měření (28. 10. 2021) proběhlo stejným způsobem jako předchozí dvě, pouze k tomu byl zjišťován okus a měřena výška jednotlivých semenáčků.

4.2.2. Umělá obnova

Sběr dat pro plochy s umělou obnovou proběhl 26. 11. 2021. Na rozdíl od přirozené obnovy se zde nevyužívalo zkusných ploch. Byli zde pouze zapisováni jedinci podle druhu dřeviny, u kterých se zároveň měřila výška. Dále bylo zjišťováno, zdali došlo u daného jedince k okusu či úmrtí.

4.3. Zpracování dat

Data získaná z terénu byla nejprve zpracována v programu MS Excel (Microsoft). U přirozené obnovy byla tato data přepočítána na počty ks/ha a dále se pracovalo pouze s nimi. Pro tento výpočet byl využit vzorec: $(10\ 000/\pi) * \text{Počet jedinců na zkusné ploše}$. U umělé obnovy se pracovalo jak s absolutními počty jedinců, tak s počty ks/ha (stejný vzorec jako u přirozené obnovy). Průměrné procentuální zastoupení pokryvností je vyhodnoceno bez vylišení oplocení, jelikož se tlak zvěře na pokryvnosti v takto krátkém časovém úseku nepromítne. Při vyhodnocování

průměrných výšek byli použiti pouze jedinci, u kterých nedošlo k poškození (okus, zlom).

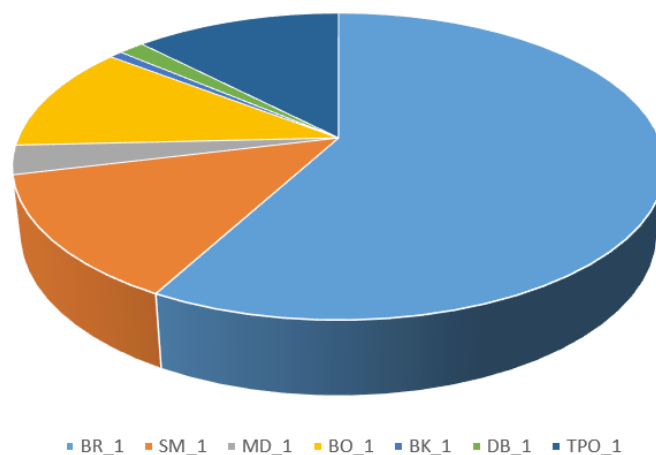
Dále byla data zpracována v programu STATISTICA 12 (StatSoft). Nejprve bylo ověřeno, zdali data splňují parametry normálního rozdělení pomocí testu Lilliefors test normality. Výsledky tohoto testu neprokázaly u žádných dat normální rozdělení, tudíž se další testování provádělo pouze pomocí neparametrických testů na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Pro ověření rozdílů mezi oplocenou a neoplocenou plochou u přirozené i umělé obnovy byl použit neparametrický pořadový test Mann-Whitney U-test. Tento statistický test byl použit i k porovnání jednotlivých CHS. Pro porovnání výšek jednotlivých dřevin byl u přirozené obnovy použit neparametrický test Kruskal-Wallis H-test. Pro zjištění korelací mezi výškami a pokryvnostmi nebo počty dřevin a pokryvností byl využit Spearmanův korelační koeficient.

5. Výsledky

5.1. Přirozená obnova

5.1.1. Počty, vývoj a zastoupení jedinců

V obr. 8 je zobrazeno zastoupení jednotlivých dřevin vyskytujících se na ploše na konci vegetačního období. V grafu se nebere v potaz jakékoliv rozdělení podle CHS, varianty či oplocení. Z grafu lze konstatovat, že největší zastoupení zaujímala bříza (58 %), zatímco nejnižší zastoupení zaujímal buk (0,008 %).



Obrázek 8: Celkové zastoupení dřevin na konci vegetačního období.

Tabulka 1 A, B: Zastoupení dřevin (%) na konci vegetačního období.

A CHS 43

Varianta	Oplocení	BR_1	SM_1	MD_1	BO_1	TPO_1	Zastoupení celkem
Pluh	Oploceno	42,86%	28,57%	0,00%	14,29%	14,29%	100,00%
Pluh	Neoploceno	9,09%	27,27%	9,09%	27,27%	27,27%	100,00%
Kontrola	Oploceno	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%
Kontrola	Neoploceno	7,14%	14,29%	7,14%	28,57%	42,86%	100,00%
Talířová fréza	Oploceno	55,56%	44,44%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Talířová fréza	Neoploceno	31,03%	17,24%	0,00%	10,34%	41,38%	100,00%

B CHS 45

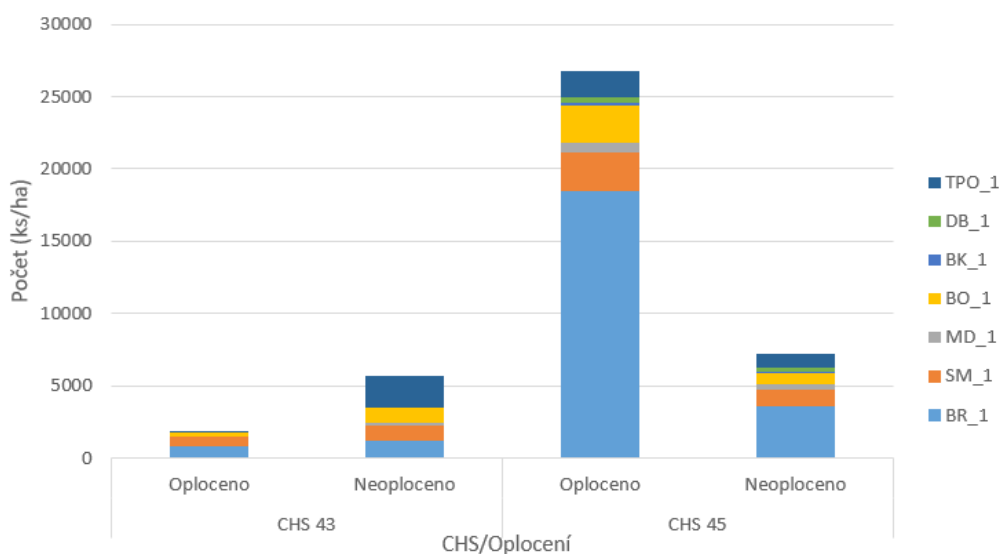
Varianta	Oplocení	BR_1	SM_1	MD_1	BO_1	BK_1	DB_1	TPO_1	Zastoupení celkem
Pluh	Oploceno	78,95%	9,21%	0,00%	6,58%	1,32%	1,32%	2,63%	100,00%
Pluh	Neoploceno	36,67%	20,00%	6,67%	13,33%	3,33%	6,67%	13,33%	100,00%
Kontrola	Oploceno	71,15%	8,65%	3,85%	9,62%	0,00%	0,96%	5,77%	100,00%
Kontrola	Neoploceno	68,18%	18,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	13,64%	100,00%
Talířová fréza	Oploceno	55,56%	12,50%	4,17%	12,50%	1,39%	1,39%	12,50%	100,00%
Talířová fréza	Neoploceno	50,00%	6,25%	6,25%	18,75%	0,00%	6,25%	12,50%	100,00%

V tab. 1 A, B je zobrazeno zastoupení jednotlivých dřevin (%) dle CHS, varianty a oplocení. Procentuální zastoupení je počítané pro každou kombinaci zvlášť a jeho součet je vždy roven 100 % (sloupec Zastoupení celkem). Dominance břízy je patrná na všech plochách s výjimkou varianty kontrola na ploše s oplocením a varianty pluh, kontrola a talířová fréza na ploše bez oplocení.

Tabulka 2: Počet ks/ha na konci vegetačního období.

CHS	Oplocení	BR_1	SM_1	MD_1	BO_1	BK_1	DB_1	TPO_1	Celkem
CHS 43	Oploceno	849	637	0	318	0	0	106	1 910
CHS 44	Neoploceno	1 167	1 061	212	1 061	0	0	2 228	5 730
CHS 45	Oploceno	18 462	2 653	743	2 546	212	318	1 804	26 738
CHS 46	Neoploceno	3 608	1 167	318	743	106	318	955	7 215

Tab. 2 zobrazuje počet ks/ha na konci vegetačního období podle CHS, oplocení a dřeviny. Z tabulky lze konstatovat, že u břízy se na experimentálních plochách vyskytlo nejvíce semenáčků (18 462 ks/ha). Na CHS 45 se v malém počtu ks/ha vyskytly také semenáčky buku a dubu.



Obrázek 9: Počet ks/ha na konci vegetačního období.

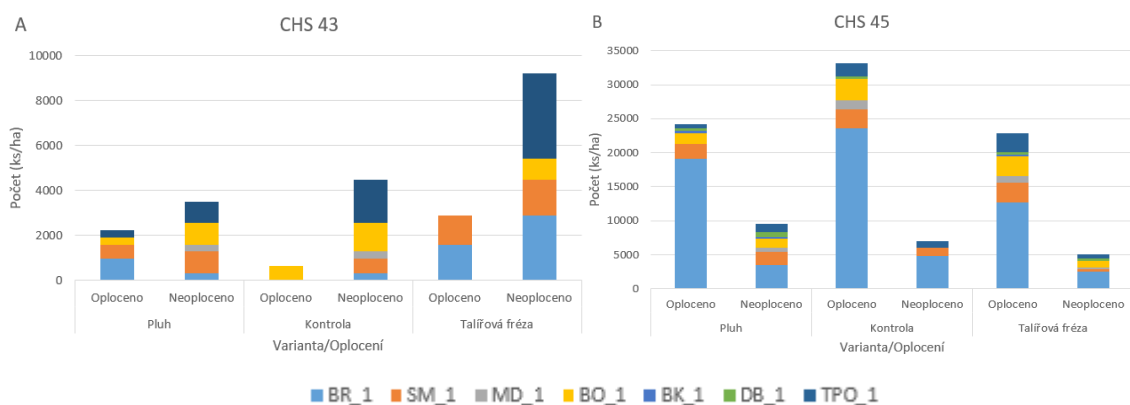
Grafický výstup počtu ks/ha na konci vegetačního období je dělen podle dřevin, CHS a oplocení (obr. 9). Nejúspěšnější sukcese z hlediska počtu proběhla na CHS 45 na oplocené ploše (26 738 ks/ha).

Tabulka 3: Hodnoty neparametrického pořadového testu Mann-Whitney U-test

Dřevina	Sčt poč. Neoploceno	Sčt poč. Oploceno	U	Z	p-hodn.	Z upravené	p-hodn.	N platn. Neoploceno	N platn. Oploceno	2*1str. Přesné p
BR_1	2982,5	4277,5	1152,5	-3,3959	0,0007	-3,6922	0,0002	60	60	0,0006
SM_1	3451,5	3808,5	1621,5	-0,9343	0,3502	-1,1803	0,2379	60	60	0,3501
MD_1	3598,5	3661,5	1768,5	-0,1627	0,8707	-0,3564	0,7215	60	60	0,8692
BO_1	3466,5	3793,5	1636,5	-0,8555	0,3923	-1,1166	0,2642	60	60	0,3922
BK_1	3600,0	3660,0	1770,0	-0,1548	0,8770	-0,5726	0,5669	60	60	0,8774
DB_1	3630,0	3630,0	1800,0	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	60	60	1,0000
TPO_1	3860,5	3399,5	1569,5	1,2072	0,2274	1,5933	0,1111	60	60	0,2273

Hodnoty neparametrického pořadového testu Mann-Whitney U-test (červeně je zvýrazněn signifikantní rozdíl na hladině významnosti $p < 0,05$).

Výsledek statistického šetření prokázal u břízy signifikantní rozdíl mezi oplocenými a neoplocenými plochami (tab. 3). U ostatních dřevin byl tento rozdíl neprůkazný.



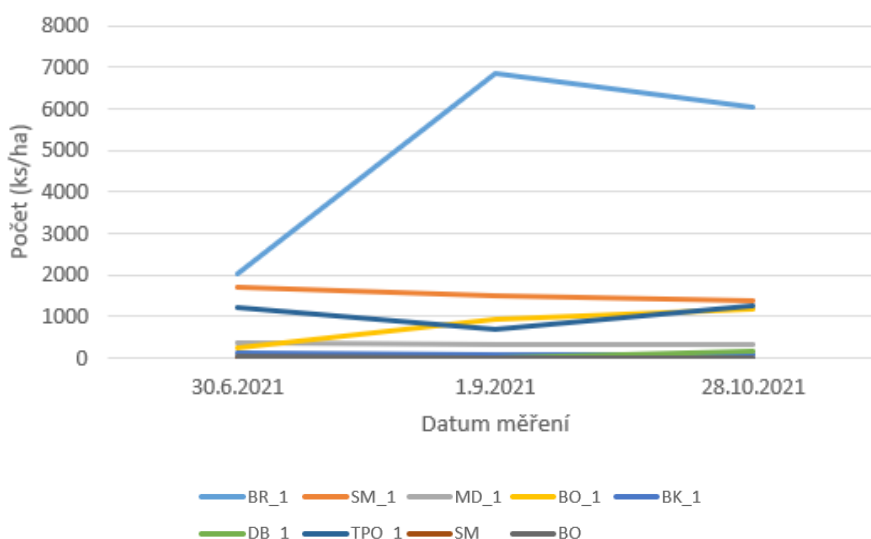
Obrázek 10 A, B: Průměrný počet ks/ha na konci vegetačního období

U CHS 43 byl zaznamenán vyšší průměrný počet ks/ha na neoplocených plochách, přičemž největší rozdíl je patrný u varianty talířová fréza (obr. 10 A). U CHS 45 byl zaznamenán vyšší průměrný počet ks/ha na oplocených plochách, přičemž největší rozdíl je patrný u varianty kontrola (obr. 10 B).

Tabulka 4: Dynamika průměrného počtu ks/ha.

Datum měření	Dřevina									Celkem
	BR_1	SM_1	MD_1	BO_1	BK_1	DB_1	TPO_1	SM	BO	
30.6.2021	2 042	1 698	371	265	133	27	1 220	27	53	5 836
1.9.2021	6 870	1 485	318	928	106	0	690	0	0	10 398
28.10.2021	6 021	1 379	318	1 167	80	159	1 273	0	0	10 398

Tab. 4 zobrazuje dynamiku průměrného počtu ks/ha. Na experimentálních plochách byl při druhém měření (1. 9. 2021) zaznamenán nejvyšší průměrný počet ks/ha (6 870 ks/ha). V průběhu vegetačního období došlo ke 100% mortalitě starších semenáčků smrku a borovice.



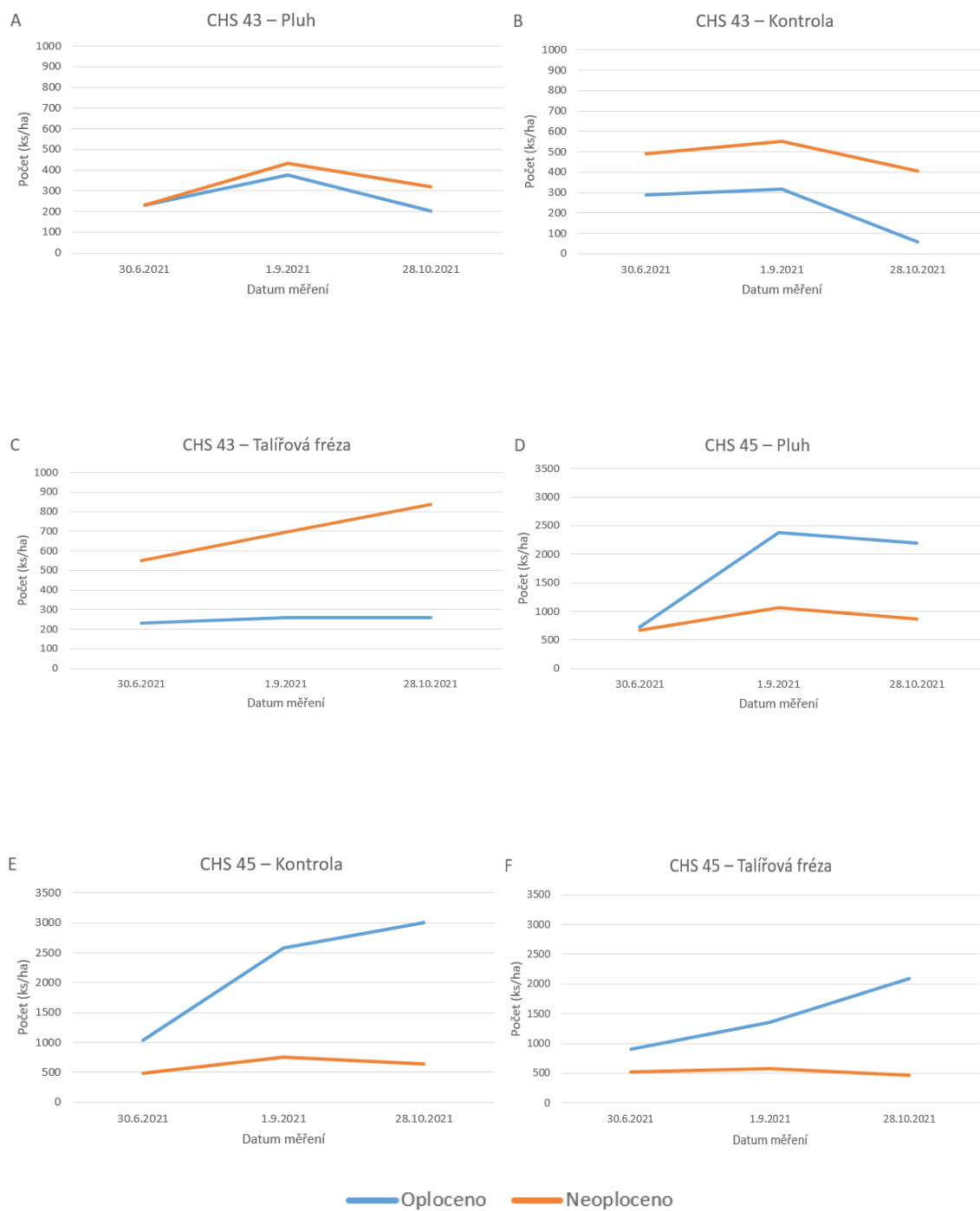
Obrázek 11: Dynamika průměrného počtu ks/ha.

Během vegetačního období došlo k poklesu průměrného počtu ks/ha skoro u všech dřevin (obr. 11). Výjimku tvoří borovice, kde počty jedinců vzrostly z 265 na 1 167 ks/ha a topol, který zaznamenal růst počtu jedinců z 1 220 na 1 273 ks/ha. U topolu došlo zprvu k výraznému poklesu, který poté nahradil stoupající trend.

Tabulka 5: Dynamika průměrného počtu ks/ha.

CHS	Varianta	Oplocení	Počet ks/ha 30.6.2021	± SD	Počet ks/ha 1.9.2021	± SD	Počet ks/ha 28.10.2021	± SD
43	Pluh	Oploceno	231	931	376	1 531	203	888
43	Pluh	Neoploceno	231	931	434	1 454	318	1 132
43	Kontrola	Oploceno	289	1 098	318	1 284	58	604
43	Kontrola	Neoploceno	492	1 880	550	1 762	405	1 554
43	Talířová fréza	Oploceno	231	827	260	972	260	1 146
43	Talířová fréza	Neoploceno	550	1 598	694	1 789	839	2 298
45	Pluh	Oploceno	723	1 903	2 373	6 993	2 199	6 333
45	Pluh	Neoploceno	666	1 971	1 071	2 758	868	2 054
45	Kontrola	Oploceno	1 042	3 490	2 575	7 908	3 009	7 688
45	Kontrola	Neoploceno	492	1 498	752	2 425	637	2 532
45	Talířová fréza	Oploceno	897	2 753	1 360	3 802	2 083	4 490
45	Talířová fréza	Neoploceno	521	1 745	579	1 779	463	1 597

V tab. 5 je uvedena dynamika průměrného počtu ks/ha naměřených v jednotlivých etapách spolu s jejich směrodatnou odchylkou (dále jen \pm SD). Jednotlivé hodnoty jsou vylišeny podle CHS, varianty a oplocení. Nejvyššího průměrného počtu ks/ha dosahuje bříza třetím měřením na CHS 45, variantě kontrola a na oplocené ploše (3 009 ks/ha).



Obrázek 12 A-F: Dynamika průměrného počtu ks/ha podle variant.

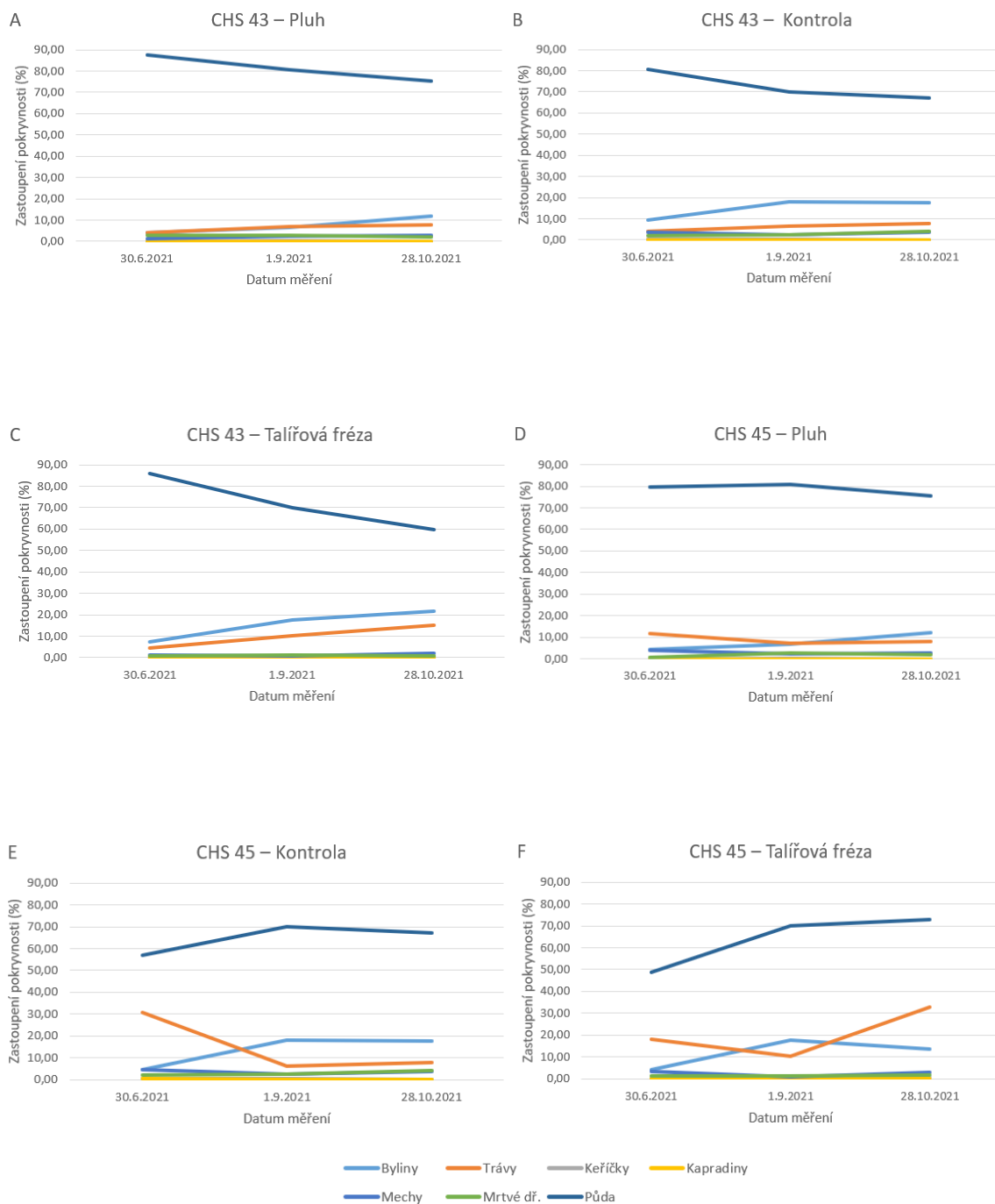
Obr. 12 A-F zobrazuje vývoj průměrného počtu/ks podle CHS, varianty a oplocení. Lze konstatovat, že vyšší nárůst průměrného počtu ks/ha se odehrál na CHS 45 ve všech variantách pro oplocené i neoplocené plochy.

5.1.2. Zastoupení jednotlivých typů pokryvnosti

Tabulka 6: Vývoj zastoupení průměrných pokryvností (%).

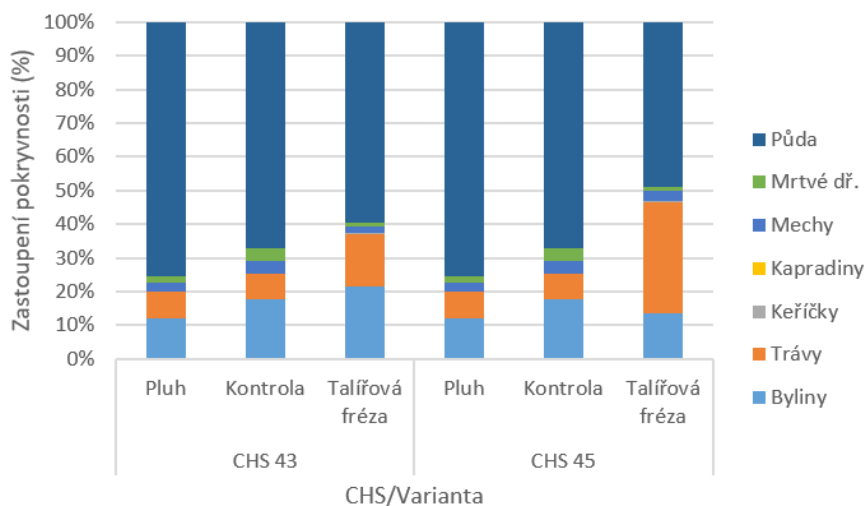
Datum měření	CHS	Varianta	Byliny	Trávy	± SD	Kerčičky	± SD	Kapradliny	± SD	Mechy	± SD	Mrtvé dř.	± SD	Půda	± SD
30.6.2021	43	Pluh	3,95	4,20	5,24	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40	2,40	2,75	4,87	87,70	8,68
30.6.2021	43	Kontrola	9,40	4,05	5,55	0,25	1,09	0,00	0,00	3,50	2,96	2,00	2,65	80,80	11,89
30.6.2021	43	Talířová fréza	7,20	12,38	4,65	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15	1,62	0,95	1,72	86,10	13,21
1.9.2021	43	Pluh	6,75	5,63	6,81	0,25	1,09	0,00	0,00	2,45	2,97	2,75	4,60	80,70	10,82
1.9.2021	43	Kontrola	18,10	22,73	6,40	0,40	1,24	0,00	0,00	2,65	3,07	2,55	3,96	69,90	21,68
1.9.2021	43	Talířová fréza	17,50	23,55	10,20	0,15	0,65	0,00	0,00	0,90	1,37	1,15	2,57	70,10	25,41
28.10.2021	43	Pluh	11,90	5,92	7,46	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	3,36	2,00	4,58	75,45	7,92
28.10.2021	43	Kontrola	17,55	15,55	7,03	0,15	0,65	0,00	0,00	3,55	3,61	3,95	4,55	67,15	13,71
28.10.2021	43	Talířová fréza	21,65	17,01	19,54	0,30	0,90	0,00	0,00	2,20	1,94	1,00	2,55	59,55	21,16
30.6.2021	45	Pluh	4,45	6,33	11,65	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	4,63	0,65	1,59	79,45	12,29
30.6.2021	45	Kontrola	4,60	3,95	30,70	0,35	1,36	0,40	1,24	4,65	3,13	2,25	3,70	56,85	32,62
30.6.2021	45	Talířová fréza	4,15	3,77	18,05	0,30	0,90	0,00	0,00	2,90	4,93	1,80	4,49	72,80	19,48
1.9.2021	45	Pluh	6,75	5,63	7,10	0,25	1,09	0,00	0,00	2,45	2,97	2,75	4,60	80,70	10,82
1.9.2021	45	Kontrola	18,10	22,73	6,40	0,40	1,24	0,00	0,00	2,65	3,07	2,55	3,96	69,90	21,68
1.9.2021	45	Talířová fréza	17,50	23,55	10,20	0,15	0,65	0,00	0,00	0,90	1,37	1,15	2,57	70,10	25,41
28.10.2021	45	Pluh	11,90	5,92	7,46	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	3,36	2,00	4,58	75,45	7,92
28.10.2021	45	Kontrola	17,55	15,55	7,03	0,15	0,65	0,00	0,00	3,55	3,61	3,95	4,55	67,15	13,71
28.10.2021	45	Talířová fréza	13,70	9,61	35,31	0,15	0,65	0,00	0,00	3,35	2,80	1,15	2,57	48,75	30,30

V tab. 6 je uvedeno průměrné zastoupení pokryvností (%) dělené podle data měření, CHS, varianty a typu pokryvností. U bylin byly dominantní buřina srdečník (*Leonurus cardiaca* L.), locika jedovatá (*Lactuca virosa* L.) a mléčka zední (*Mycelis muralis* (L.) Dumort). U trav byly dominantní sítina klubkatá (*Juncus conglomeratus* L.) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos* (L.) Roth). Z naměřených hodnot vyplývá vyšší zastoupení bylinného patra na CHS 45 než CHS 43.



Obrázek 13 A-F: Dynamika zastoupení průměrných pokrývností (%).

Obr. 13 A-F zobrazuje vývoj zastoupení průměrných pokrývností (%). Z výsledků lze konstatovat, že mezi druhým a třetím měřením (1. 9. 2021 a 28. 10. 2021) došlo k poklesu plošného zastoupení půdy na všech plochách kromě varianty kontrola a taliřová fréza na CHS 45.



Obrázek 14: Zastoupení průměrných pokryvností (%) na konci vegetačního období.

V obr. 14 je zobrazeno zastoupení průměrných pokryvností (%) na konci vegetačního období. Z grafu je patrná dominance plošného zastoupení půdy. Pro obě CHS platí, že nejvyšší zastoupení bylinného patra bylo na variantě talířová fréza, druhé nejvyšší zastoupení na variantě kontrola. Nejnižší zastoupení bylinného patra bylo na plochách varianty pluh.

5.1.3. Průměrné výšky jedinců

Počet semenáčků břízy významně signifikantně koreloval s počtem semenáčků borovice. (tab. 7). Mimo to, počet semenáčků břízy signifikantně koreloval s počtem

semenáčků smrku a buku. Pokryvnost bylin signifikantně negativně korelovala s pokryvností trav. Výrazná negativní korelace byla mezi pokryvností půdy a trav.

Tabulka 7: Hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu pro vybrané závislé a nezávislé proměnné.

	BR_1	SM_1	MD_1	BO_1	BK_1	DB_1	TPO_1	Byliny	Trávy	Keřičky	Mechy	Mrtvé dř.	Půda
BR_1	1,0000	0,2472	0,1211	0,4301	0,2128	0,0546	0,1736	-0,1283	0,2743	-0,0656	0,1982	-0,1236	-0,1765
SM_1	0,2472	1,0000	0,1170	0,1064	0,1674	0,0056	0,0637	-0,1206	0,1106	0,0008	0,0910	0,0494	-0,0949
MD_1	0,1211	0,1170	1,0000	0,1151	-0,0456	-0,0653	0,0558	-0,0394	0,0161	0,1189	-0,1450	-0,0311	0,0836
BO_1	0,4301	0,1064	0,1151	1,0000	0,1257	0,1433	0,1781	0,0533	0,0314	-0,1085	0,1960	-0,0570	0,0152
BK_1	0,2128	0,1674	-0,0456	0,1257	1,0000	-0,0367	-0,0915	-0,0704	0,1268	-0,0297	0,0924	-0,1028	-0,0763
DB_1	0,0546	0,0056	-0,0653	0,1433	-0,0367	1,0000	0,1246	0,0140	0,1429	-0,0426	0,1013	0,0450	-0,1773
TPO_1	0,1736	0,0637	0,0558	0,1781	-0,0915	0,1246	1,0000	-0,2002	0,2043	0,0256	0,0778	-0,0864	-0,0708
Byliny	-0,1283	-0,1206	-0,0394	0,0533	-0,0704	0,0140	-0,2002	1,0000	-0,5860	0,0224	-0,1391	0,0309	0,2368
Trávy	0,2743	0,1106	0,0161	0,0314	0,1268	0,1429	0,2043	-0,5860	1,0000	-0,0087	0,2852	-0,1714	-0,8431
Keřičky	-0,0656	0,0008	0,1189	-0,1085	-0,0297	-0,0426	0,0256	0,0224	-0,0087	1,0000	0,0245	-0,0041	-0,0161
Mechy	0,1982	0,0910	-0,1450	0,1960	0,0924	0,1013	0,0778	-0,1391	0,2852	0,0245	1,0000	-0,0889	-0,3570
Mrtvé dř.	-0,1236	0,0494	-0,0311	-0,0570	-0,1028	0,0450	-0,0864	0,0309	-0,1714	-0,0041	-0,0889	1,0000	0,0226
Půda	-0,1765	-0,0949	0,0836	0,0152	-0,0763	-0,1773	-0,0708	0,2368	-0,8431	-0,0161	-0,3570	0,0226	1,0000

Hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu pro vybrané závislé a nezávislé proměnné (červeně jsou zvýrazněny signifikantní korelace na hladině významnosti $p < 0,05$).

Tabulka 8 A, B: Průměrná výška (cm) jednotlivých druhů na konci vegetačního období.

A CHS 43

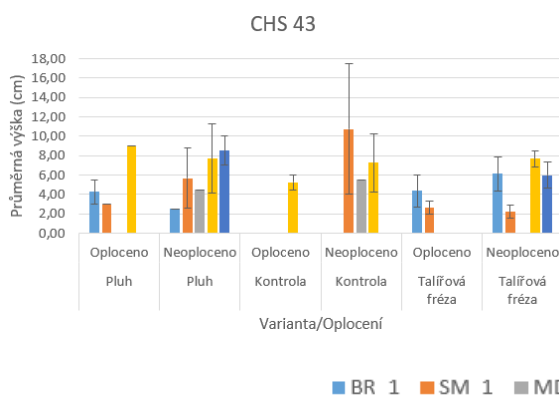
Varianta	Oplocení	BR_1	± SD	SM_1	± SD	MD_1	± SD	BO_1	± SD	TPO_1	± SD
Pluh	Oploceno	4,25	1,25	3,00	0	0	0	9,00	0	0	0
Pluh	Neoploceno	2,50	0	5,67	3,09	4,50	0	7,67	3,57	8,50	1,50
Kontrola	Oploceno	0	0	0	0	0	0	5,25	0,75	0	0
Kontrola	Neoploceno	0	0	10,75	6,75	5,50	0	7,25	2,97	0	0
Talířová fréza	Oploceno	4,38	1,63	2,63	0,65	0	0	0	0	0	0
Talířová fréza	Neoploceno	6,13	1,75	2,20	0,68	0	0	7,67	0,85	6,00	1,38

B CHS 45

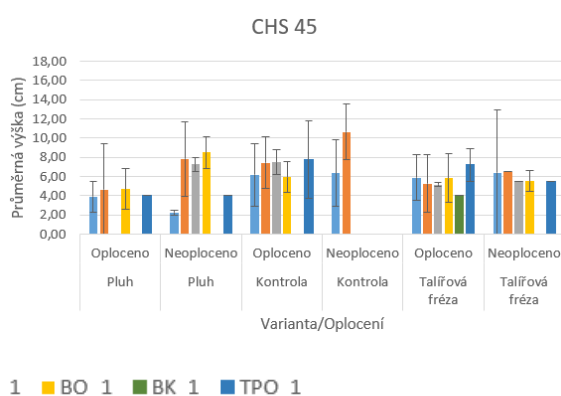
Varianta	Oplocení	BR_1	± SD	SM_1	± SD	MD_1	± SD	BO_1	± SD	TPO_1	± SD	BK_1	± SD
Pluh	Oploceno	3,90	1,61	4,64	4,75	0	0	4,70	2,09	4,00	0	0	0
Pluh	Neoploceno	2,25	0,25	7,83	3,88	7,25	0,75	8,50	1,66	4,00	0	0	0
Kontrola	Oploceno	6,20	3,26	7,44	2,66	7,50	1,27	5,95	1,57	7,75	4,04	0	0
Kontrola	Neoploceno	6,36	3,46	10,63	2,90	0	0	0	0	0	0	0	0
Talířová fréza	Oploceno	5,89	2,36	5,28	2,97	5,17	0,24	5,83	2,54	7,20	1,75	4,00	0
Talířová fréza	Neoploceno	6,42	6,56	6,50	0	5,50	0	5,50	1,08	5,50	0	0	0

Tab. 8 A, B zobrazuje průměrnou výšku (cm) jednotlivých druhů na konci vegetačního období. Jednotlivé výšky a \pm SD jsou děleny podle dřeviny, varianty a oplocení. Pokud se na ploše nevyskytoval žádný jedinec určitého druhu, je jeho průměrná výška rovna nule. Pokud platí \pm SD = 0 a je zaznamenána průměrná výška, vyskytoval se na dané ploše pouze jeden jedinec daného druhu.

A



B



Obrázek 15 A, B: Průměrná výška (cm) jednotlivých druhů na konci vegetačního období.

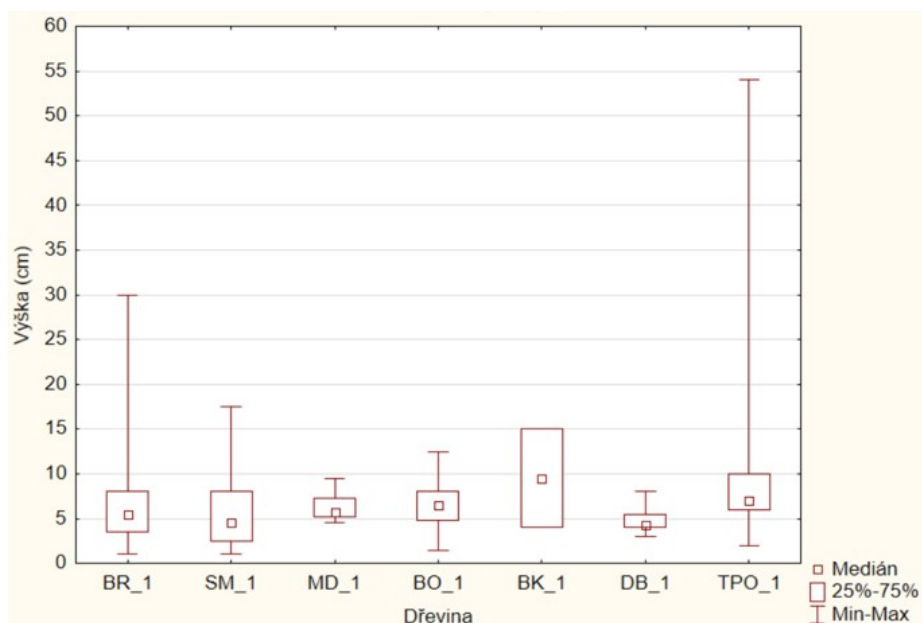
Obr. 15 A, B zobrazuje průměrnou výšku (cm) na konci vegetačního období dělenou podle dřeviny, varianty a oplocení. Z obou grafů lze konstatovat, že nejvyšší průměrné výšky dosahoval smrk v obou CHS na variantě Kontrola, na ploše bez oplocení.

Tabulka 9: Hodnoty výšek neparametrického testu Kruskal-Wallis H-test

	BR_1	SM_1	MD_1	BO_1	BK_1	DB_1	TPO_1
BR_1		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,008423
SM_1	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,002707
MD_1	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
BO_1	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
BK_1	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
DB_1	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		0,492909
TPO_1	0,008423	0,002707	1,000000	1,000000	1,000000	0,492909	

Hodnoty výšek neparametrického testu Kruskal-Wallis H-test pro vybrané závislé proměnné (červeně jsou zvýrazněny signifikantní rozdíly na hladině významnosti $p < 0,05$).

Byl prokázán signifikantní rozdíl ve výšce semenáčků mezi topolem a břízou se smrkem (tab. 9). Mezi ostatními dřevinami nebyl prokázán signifikantní rozdíl.



Obrázek 16: Hodnoty výšek (cm) neparametrického testu Kruskal-Wallis H-test.

Hodnoty výšek (cm) dle testu Kruskal-Wallis H-test pro vybrané závislé proměnné. Krabice ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvantilem. Linie vyjadřují minimální a maximální naměřenou hodnotu. Malý čtvereček v krabici značí medián.

Z obr. 16 lze konstatovat, že nejvyšší hodnoty mediánu na všech plochách bez rozlišení CHS, varianty či oplocení dosáhl buk. Nejnižší minimální hodnoty dosáhla bříza a smrk (1 cm), kdežto nejvyšší topol (54 cm).

Tabulka 10: Hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu pro vybrané závislé a nezávislé proměnné

	Výška (cm)	Byliny	Trávy	Keřičky	Mechy	Mrtvé dř.	Půda
Výška (cm)	1,0000	-0,1245	0,0748	-0,1029	-0,0091	0,0973	-0,0967
Byliny	-0,1245	1,0000	-0,4699	-0,0614	0,1339	0,1551	0,1152
Trávy	0,0748	-0,4699	1,0000	0,0731	0,0847	-0,2178	-0,8460
Keřičky	-0,1029	-0,0614	0,0731	1,0000	0,0167	-0,0742	-0,0662
Mechy	-0,0091	0,1339	0,0847	0,0167	1,0000	-0,0383	-0,2822
Mrtvé dř.	0,0973	0,1551	-0,2178	-0,0742	-0,0383	1,0000	0,0150
Půda	-0,0967	0,1152	-0,8460	-0,0662	-0,2822	0,0150	1,0000

Hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu pro vybrané závislé a nezávislé proměnné (červeně jsou zvýrazněny signifikantní korelace na hladině významnosti $p < 0,05$).

Výška semenáčků signifikantně negativně korelovala s pokryvností bylin a keřičků (tab. 10). Mimo to, pokryvnost bylin signifikantně negativně korelovala s pokryvností trav. Výrazná negativní korelace byla mezi pokryvností půdy a trav.

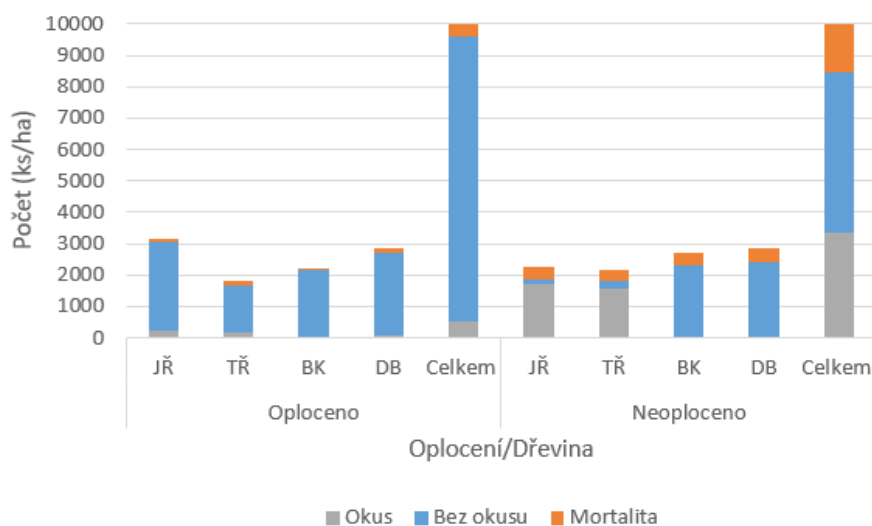
5.3. Umělá obnova

5.3.1. Počty a vývoj jedinců

V tab. 11 A jsou zobrazeny počty jedinců v absolutních hodnotách podle dřeviny a oplocení. Tab. 11 B zobrazuje tyto počty jedinců přepočítané na 1 ha. Na oplocené ploše bylo nejvíce zasazeno dubu (2 833 ks/ha), na neoplocené také (2 859 ks/ha). Sloupec Celkem reprezentuje celkový zasazený počet jedinců na ploše.

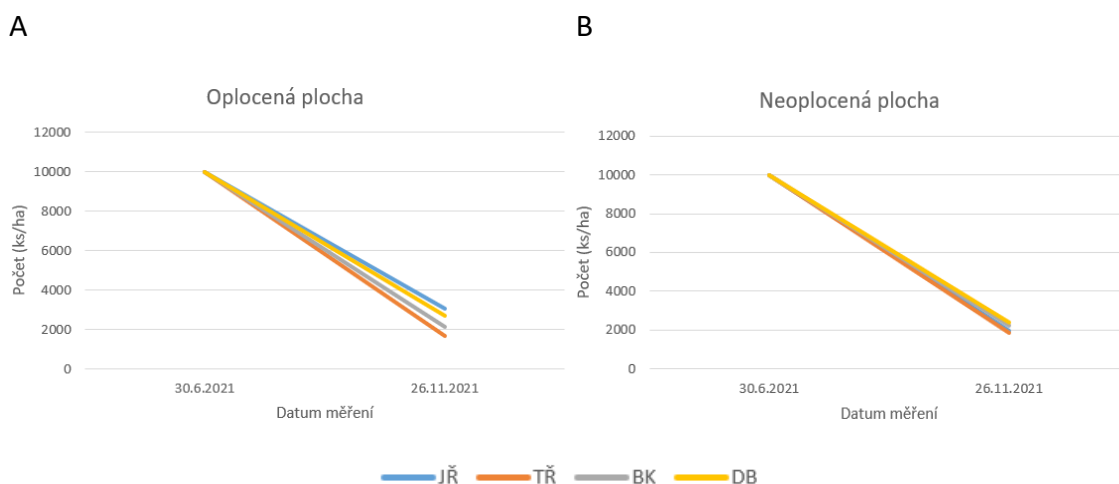
Tabulka 11 A, B: Počty jedinců na konci vegetačního období.

A						B					
Dřevina	Oplocení	Okus	Bez okusu	Mortalita	Celkem	Dřevina	Oplocení	Okus	Bez okusu	Mortalita	Celkem
JŘ	Oploceno	21	274	9	304	JŘ	Oploceno	219	2 854	94	3167
TŘ	Oploceno	17	143	16	176	TŘ	Oploceno	177	1 490	167	1834
BK	Oploceno	2	203	3	208	BK	Oploceno	21	2 115	31	2167
DB	Oploceno	8	252	12	272	DB	Oploceno	83	2 625	125	2833
Celkem	Oploceno	48	872	40	960	Celkem	Oploceno	500	9 083	417	10 000
JŘ	Neoploceno	176	17	47	240	JŘ	Neoploceno	1 719	166	364	2 249
TŘ	Neoploceno	162	25	37	224	TŘ	Neoploceno	1 582	244	340	2 166
BK	Neoploceno	1	236	35	272	BK	Neoploceno	10	2 305	412	2 727
DB	Neoploceno	2	246	40	288	DB	Neoploceno	20	2 402	437	2 859
Celkem	Neoploceno	341	524	159	1 024	Celkem	Neoploceno	3 330	5 117	1 553	10 000



Obrázek 17: Počet ks/ha na konci vegetačního období.

Obr. 17 zobrazuje počet ks/ha na konci vegetačního období dělený podle oplocení a dřeviny. Z grafu je patrný okus na obou plochách, avšak u neoplocené plochy došlo k násobně vyššímu počtu takto poškozených jedinců. Nejvyšší míra okusu byla zaznamenána u jeřábu (1 719 ks/ha). U buku a dubu, docházelo k okusu jen zřídka. Dále lze říci, že u neoplocené plochy došlo k několikanásobně vyšší mortalitě. K nejvyšší mortalitě na neoplocené ploše došlo u dubu (437 ks/ha).



Obrázek 18 A, B: Dynamika počtu ks/ha během vegetačního období.

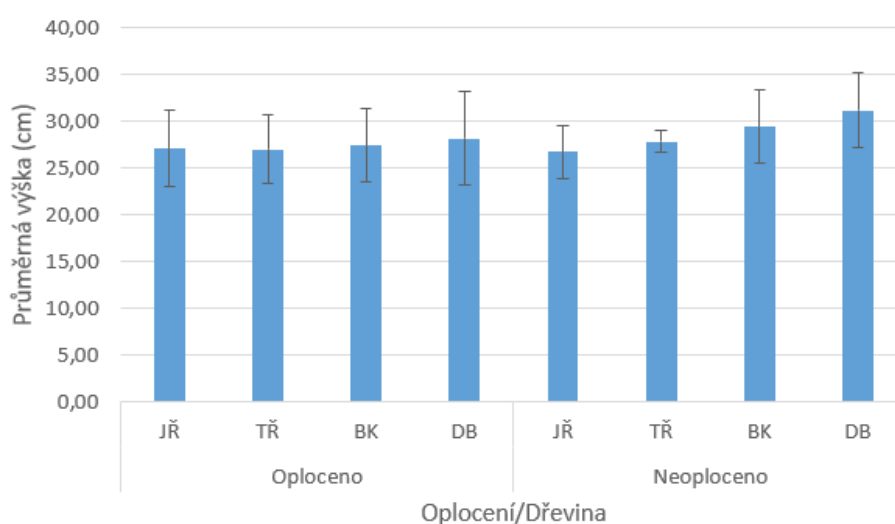
Výchozím bodem všech dřevin je 10 000 ks/ha díky určené hustotě zalesnění (obr. 18 A, B). K datu 26. 11. 2021 je zobrazen počet ks/ha dle dřevin, u kterých nedošlo k mortalitě.

5.3.2. Průměrné výšky jedinců

Tab. 12 zobrazuje průměrnou výšku (cm) jednotlivých dřevin dělených podle oplocení na konci vegetačního období. Z tabulky je na oplocené ploše patrná výšková dominance dubu (28,18 cm), který také dominoval na ploše neoplocené (31,18 cm).

Tabulka 12: Průměrná výška (cm) na konci vegetačního období.

Oplocení	Dřevina	Průměrná výška (cm)	± SD
Oploceno	JŘ	27,08	4,10
Oploceno	TŘ	27,03	3,64
Oploceno	BK	27,43	3,87
Oploceno	DB	28,18	5,01
Neoploceno	JŘ	26,74	2,89
Neoploceno	TŘ	27,84	1,19
Neoploceno	BK	29,45	3,99
Neoploceno	DB	31,18	4,02



Obrázek 19: Průměrná výška (cm) na konci vegetačního období

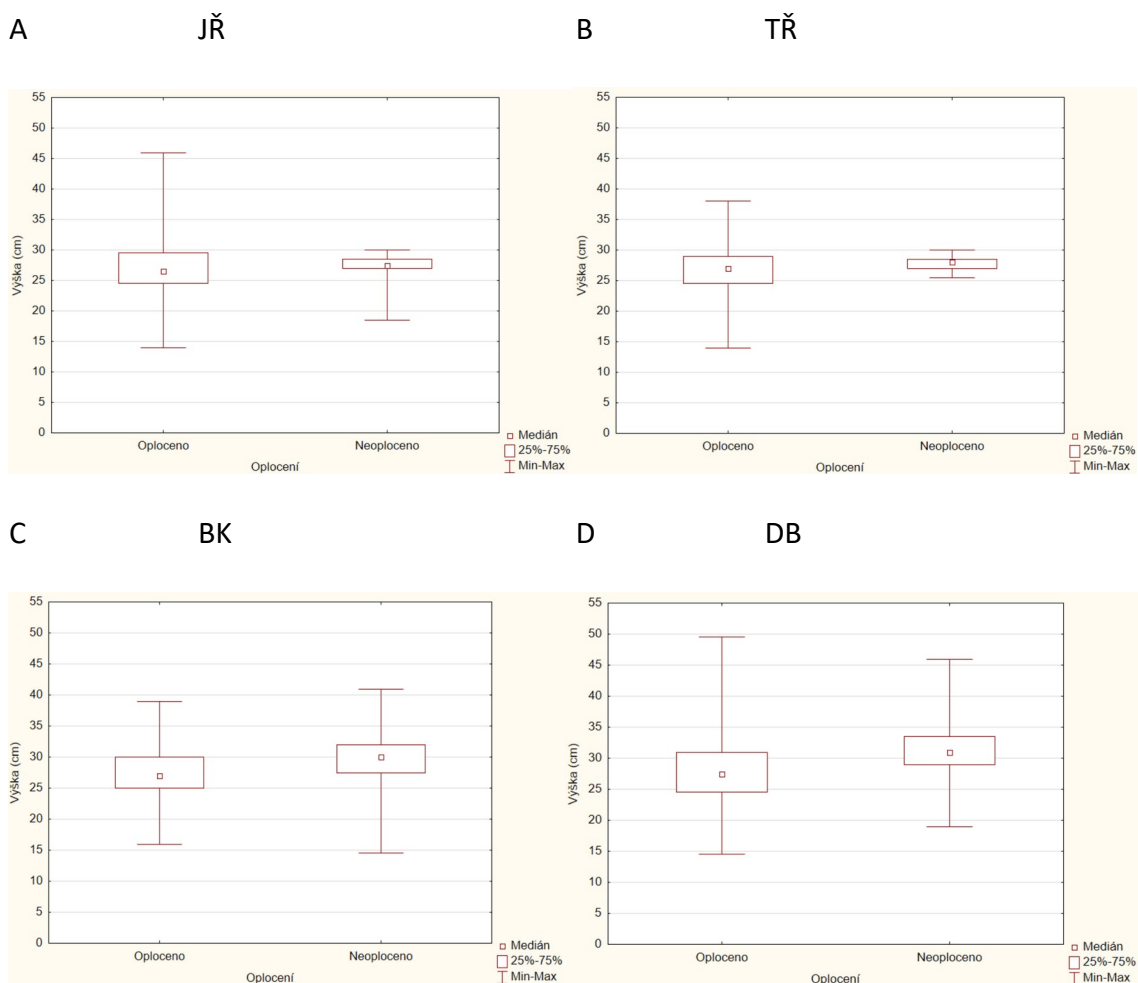
Obr. 19 zobrazuje průměrnou výšku (cm) jednotlivých dřevin dělených podle oplocení na konci vegetačního období. Z tabulky je na oplocené ploše patrná výšková dominance dubu (28,18 cm), který také dominoval na ploše neoplocené (31,18 cm).

Tabulka 13: Hodnoty neparametrického pořadového testu Mann-Whitney U-test

Dřevina	Sčt poř. Neoploceno	Sčt poř. Oploceno	U	Z	p-hodn.	Z upravené	p-hodn.	N platn. Neoploceno	N platn. Oploceno
JŘ	39860,00	2626,000	2185,000	-0,426237	0,669935	-0,426714	0,669588	274	17
TŘ	11741,50	2454,500	1445,500	-1,52195	0,128023	-1,52417	0,127466	143	25
BK	36509,50	60070,50	15803,50	-6,14919	0,000000	-6,15452	0,000000	203	236
DB	50531,00	73720,00	18653,00	-7,68733	0,000000	-7,69205	0,000000	252	246

Hodnoty neparametrického pořadového testu Mann-Whitney U-test (červeně je zvýrazněn signifikantní rozdíl na hladině významnosti $p < 0,05$).

Výsledek statistického šetření prokázal u buku a dubu signifikantní rozdíl mezi oplocenými a neoplocenými plochami (tab. 13). U ostatních dřevin byl tento rozdíl neprůkazný.



Obrázek 20 A-D: Hodnoty výšek (cm) neparametrického pořadového testu Mann-Whitney U-test

Hodnoty výšek (cm) neparametrického pořadového testu Mann-Whitney U-test. Krabice ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Linie vyjadřují minimální a maximální naměřenou hodnotu. Malý čtvereček v krabici značí medián.

Z výsledku statistického šetření lze konstatovat, že nejmenší rozptyl naměřených hodnot vyšel u jeřábu a třešně na neoplocené ploše (obr. 20 A, B). Nejvyšší výšky (cm) byly naměřeny u dubu na oplocené ploše.

6. Diskuse

6.1. Přirozená obnova

Nejvyšší procentuální zastoupení na všech plochách dohromady zaujímala bříza (celkem 58 %). Jedno z možných vysvětlení tohoto jevu je možné nalézt ve studii Koskiho V., Rousiho M. (2005). Autoři uvádějí, že u břízy dochází k fruktifikaci již v relativně mladém věku porostů. U břízy také dochází často k semennému roku, proto je tento druh schopen produkce velikého množství semen (Hlavová Z., 2004). Dalším faktorem může být podle autorů Huth F. (2009) a Holmström E., et al. (2017) vzdálenost, kterou jsou schopna urazit semena břízy. Autoři se shodují, že běžně jsou semena schopna urazit vzdálenost 100-150 m od mateřského stromu.

Při porovnání průměrných počtů ks/ha napočítaných během jednotlivých měření lze říci, že na CHS 45 se průměrně vyskytlo více jedinců než na CHS 43. Tento rozdíl je pravděpodobně způsoben příznivějšími vláhovými a živinovými podmínkami, které panují na CHS 45. Příznivější podmínky tohoto stanoviště však způsobují také silnější zabuřnění, které může semenáčkům bránit ve vývoji (Prach K., et al., 2009). Tuto tezi podporuje i Dudík R., et al. (2018), který k tomu doporučuje aplikaci zásahů vůči buřeni. Je tedy pravděpodobné, že po uplynutí delšího časového úseku budou počty semenáčků na plochách CHS 45 klesat se zvyšujícím se zastoupením bylinného patra.

Ve výsledcích vychází značně (v některých případech i několikanásobně) vyšší \pm SD, než je vypočítaná hodnota průměrných počtů ks/ha podle jednotlivých variant (tab. 1). To je zapříčiněno zejména nerovnoměrným rozprostřením semenáčků po ploše. Nerovnoměrné rozmístění jedinců bude pravděpodobně zapříčiněno uplynutím krátké doby od přípravy půdy. Košulič M. (2009) také uvádí, že rovnoměrnost zalesnění závisí na vzdálenosti od mateřských stromů. Jelikož výzkumné plochy nejsou lokalizovány v těsné blízkosti, může i tento faktor ovlivňovat rovnoměrnost nalétnutí semenáčků. Dále Diaci J., et al., 2017 uvádí, že nerovnoměrnost může být také

zapříčiněna výskytem malých plošek s vyšší výsušností. Tyto malé plošky podle autora mohou značně pozměnit strukturu a kompozici budoucího porostu.

U CHS 43 lze pozorovat nižší výskyt průměrného počtu semenáčků na oplocené ploše než na neoplocené ploše (obr. 10 A, B). S výjimkou varianty kontrola lze stále pozorovat vyšší zastoupení břízy oproti jiným druhům. Na variantě kontrola se při posledním měření vyskytovala pouze borovice. U ostatních dřevin došlo na této variantě ke 100% mortalitě mezi druhým a třetím měřením. Avšak ani u borovice na této variantě obecně nedošlo k nijak významné sukcesi. Domnívám se, že k tomuto jevu došlo díky nepříznivým mikrostanovištním podmínkám (nedostatek vody) zde panujícím. Ačkoliv (Bílek L., et al., 2017) uvádí, že borovice je odolnější vůči suchu, tak i u ní dostatek vody hraje klíčovou roli při úspěšnosti zalesňování. Úsudek ohledně nedostatku vody na ploše podporuje i nízké procentuální zastoupení bylinného patra, které se zde vyskytuje.

Nízké zastoupení semenáčků buku a dubu v CHS 45 bude pravděpodobně způsobeno hlavně vzdáleností od porostní stěny a značným tlakem buřeně. Na některých ploškách bylo stanoveno až 100% zastoupení buřeně. Tvzení o vzdálenosti od porostní stěny podporuje také výzkum Pylypa J. (2022), kde autor uvádí vyšší počty zmlazených dubů pod prosvětleným mateřským porostem. Dle výsledků autora se na těchto plochách vyskytlo nižší zastoupení bylin a trav, které by mohly bránit odrůstání semenáčků. Vyšší zastoupení mechů by také mohlo indikovat příznivější podmínky pro vývoj semenáčků dubu.

Z obr. 10 A lze konstatovat, že pro CHS 43 se ukázala nejúčinnější metodou přípravy půdy talířová fréza. U CHS 45 lze konstatovat, že nejúspěšnější z hlediska počtu semenáčků je varianta kontrola, tedy plocha bez aplikace přípravy půdy (obr. 10 B). Různé výsledky mohou být způsobeny rozdílnými stanovištními podmínkami nebo se může pouze jednat o náhodu.

V průběhu vegetačního období dochází k úbytku průměrného počtu ks/ha všech dřevin vyjma borovice. To je pravděpodobně způsobeno dynamikou bylinného pokryvu.

Po porovnání jednotlivých druhů dřevin s jednotlivými typy pokryvností Spearmanovým korelačním koeficientem (tab. 7) byla zjištěna signifikantně pozitivní korelace mezi semenáčky břízy a pokryvností trav a mechů. Dále byl zjištěn signifikantně pozitivní vztah mezi jedinci borovice a mechů. Domnívám se, že k této pozitivní korelaci došlo, jelikož se mechy obecně vyskytují ve vlhčím prostředí, které i více vyhovuje semenáčkům. Dle závěrů práce Krpce P. (2012) mohou skutečně být určité druhy mechů indikátorem kvalitnějšího stanoviště z hlediska obsahu vody. Korelace břízy a trav je pravděpodobně způsobena náhodou, jelikož na CHS 45 by měla být bříza potlačena vlivem buřene (Koski V., Rousi M., 2005).

Byla zjištěna významná signifikantní korelace mezi počtem semenáček břízy a borovice (tab. 7). Tato korelace by mohla být zapříčiněna podobně nízkými nároky na stanoviště (Bílek L, et al., 2017; Beck P., et al., 2016).

Ačkoliv je bříza v mládí rychleji rostoucí dřevinou (Koski V., Rousi M., 2005) než smrk, tak při porovnání těchto dřevin smrk dosahuje vyšší průměrné výšky (obr. 15 A, B). To může být způsobeno preferencí zvěře, která v této lokalitě poškozovala břízu, kdežto smrk nikoliv. Toto tvrzení podporuje Zahradník P. (2014), který uvádí, že např. jelení zvěř preferuje listnaté dřeviny před jehličnatými, je-li to možné. Jelikož byly průměrné výšky vypočítány pouze z nepoškozených jedinců, je tedy výsledek u břízy výrazně nižší.

Studie prokázala negativní vztah mezi výškou semenáček a trávami a bylinami. Tento výsledek může být způsoben utlačováním semenáček bylinným pokryvem. Hart V., et al. (2010) ve své studii uvádí, že buřen může značně ovlivnit vývoj semenáček. Autor dále uvádí, že po aplikaci herbicidů na buřen byl po velice krátkém časovém úseku pozorován rozdíl ve výškovém růstu semenáček. Čermák P. (2011) uvádí, že se výsledný vliv buřene na semenáčky odvíjí od její pokryvnosti, hustoty, stupně jejího rozvoje a také od jejího druhu.

6.2. Umělá obnova

Z výsledků uvedených v obr. 17 je patrné, že došlo k okusu i na ploše, která byla oplocená. To je způsobeno prodlevou mezi zasazením sazenic a stavbou oplocenky. Dalším faktorem bylo poškození oplocenky větrem. Než byla tato oplocenka opravena, došlo k dalšímu poškození sazenic.

Mezi jednotlivými plochami je také značný rozdíl v mortalitě (obr. 17). V jedné části neoplocené plochy docházelo k vysoké mortalitě bez ohledu na druh dřeviny. To bylo pravděpodobně způsobeno zvýšenou mírou sucha, která v této části plochy panuje. Sack L. (2004) uvádí, že vývoj semenáčků je značně ovlivněn suchem. Dále autor uvádí, že pokud je délka a intenzita sucha dostatečná, dochází k mortalitě semenáčků. Autor však upozorňuje, že se nutná délka a intenzita sucha liší podle druhu dřevin, míry zastínění a dalších stanovištních faktorech.

Dalším faktorem může být vystavení sazenic negativnímu působení zvěře.

Byl zaznamenán značný nepoměr mezi okusem jednotlivých druhů dřevin. Na neoplocené ploše zvěř výrazně preferovala okus JŘ a TŘ. (obr. 17). Výskyt tohoto jevu potvrzuje např. ve svém výzkumu Heroldová M., et al. (2003). Autorka uvádí, že jeřáb je jednou z nejvíce poškozovaných listnatých dřevin okusem. Modrý M., et al. (2004) konstatuje, že v případě buku došlo v jeho výzkumu pouze k minimálnímu okusu na rozdíl od ostatních dřevin.

Poškození dřevin okusem však nemusí být způsobeno pouze atraktivitou dřevin. Významnou roli může u tohoto jevu hrát také zastoupení dřevin na daném území. Pokud se na území vyskytuje dřevina v nízkém zastoupení, je vysoká pravděpodobnost, že zvěř bude více poškozovat tuto dřevinu (Kessl J., Fanta B., 1957).

Na základě statistického šetření byl prokázán signifikantní rozdíl mezi oplocenou a neoplocenou plochou u buku a dubu. Důvodem tohoto rozdílu by mohly být nepříznivé vlhkostní podmínky panující v části plochy bez oplocení. Jelikož je buk i dub náročnější na vlhkost stanoviště, mohlo tak dojít k ovlivnění růstu (Galle J., 2009; Leuschner Ch., Ellenberg H., 2017).

7. Závěr

Dle stanovených cílů byl vyhodnocen potenciál přirozené obnovy na CHS 43 a 45, na experimentálních plochách byly dále vyhodnoceny počty jedinců podle druhu dřeviny, varianty přípravy půdy a oplocení. Již během prvního vegetačního období se ukázalo, že CHS 45 zabuřeňuje silněji než CHS 43. Zároveň pravděpodobně příznivější vláhové a živinové podmínky na tomto CHS znamenaly i větší hustotu jedinců přirozené obnovy. Četnost semenáčků zatím nicméně nemůže být určujícím parametrem pro rozhodování o přípravě půdy. V tomto kontextu bude zásadní opakované měření a vývoj semenáčků v dalších letech.

Na základě této práce zatím nelze jednoznačně doporučit jakýkoliv způsob přípravy půdy na těchto CHS pro lesnickou praxi. Počet ks/ha přirozené obnovy zatím nedosahuje dostatečných hodnot, aby se dalo mluvit o zcela úspěšném zalesnění. Toto iniciační šetření jsou pouze předběžné výsledky a počet jedinců přirozené obnovy by mohl v dalších vegetačních obdobích stoupat. Nicméně na základě této práce doručuji doplnit plochy umělou výsadbou cílovými hospodářskými dřevinami pro daná CHS. Dále doporučuji provést nezbytná obranná opatření vůči negativnímu vlivu buřeně, čímž se podpoří počty semenáčků i jejich růst.

Studie prokázala pozitivní vliv oplocenek jako ochrany proti okusu zvěře u přirozené i umělé obnovy.

8. Seznam literatury

Abrams M.D., 1990, Adaptations and responses to drought in *Quercus* species of North America in *Tree Physiology*, 1990, Oxford press, Oxford, United Kingdom, volume 7, issue 1-2-3-4, 227-238 s, ISSN 0829-318X

Aitken S.N., Yeaman S., Holliday J.A., Wang T., Curtis-McLane S., (2008) Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations in: *Evolutionary Applications*, University of British Columbia, Canada, volume 1, issue 1, 95-111 s, ISSN 1752-4571

Aleksandrowicz-Trzcińska M., Drozdowski S., Brzeziecki B., Rutkowska P., Jabłońska B., 2013, Effects of different methods of site preparation on natural regeneration of *Pinus sylvestris* on Eastern Poland in: *Dendrobiology*, 2013, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, Poland, volume 71, issue 12, 73-81 s, ISSN 1641-1307

Atkinson M.D., 1992, *Betula Pendula* Roth (*B. Verrucosa* Ehrh.) and *B. Pubescens* Ehrh. in: *Journal of Ecology*, 1992, British Ecological Society, United Kingdom, volume 80, issue 4, 837-870 s, ISSN 1365-2745

Baláš M., Nárovcová J., Nárovec V., Kuneš I., Burda P., Machovič I., Martinů V., 2018, Postupy pro zalesňování degradovaných a rekultivovaných stanovišť s využitím poloodrostků a odrostků nové generace, Certifikovaná metodika, VÚLHM, Strnady, Jíloviště, Česká republika, 10 s, ISBN 978-80-7417-144-4

Bannister P., Neuner G., 2001, Frost resistance and the distribution of conifers in: *Conifer cold hardiness*, 2001, Kluwer Academic Publisher, Alphen aan den Rijn, Netherlands, volume 1, 3-21 s, ISBN 9789401596503

Beck P. S. A., Caudullo G., de Rigo D., Tinner W., 2016, *Betula pendula*, *Betula pubescens* and other birches in Europe: distribution, habitat, usage and threats in: *European Atlas of Forest Tree Species*, 2016, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 70-73 s, ISBN 978-92-76-17290-1

Bergerová V., 2014, Hodnocení stavu bývalých výmladkových lesů v MZCHÚ na Olomoucku, Bakalářská práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, Česká republika, 7-10 s

Bernier P., Schoene D., 2009, Adapting forests and their management to climate change: an overview, Umeå, Sweden, *Umasyuva* 231/232, vol. 60, 5-11 s, ISSN 1564-3697

Bílek L., Remeš J., Švec O., Vacek Z., Štícha V., Vacek S., Javůrek P., 2017, Ekologicky orientované pěstování borových porostů v podmínkách nižších až středních poloh, Certifikovaná metoda, VÚLHM Strnady, Jíloviště, Česká republika, 13-14 s, ISBN 978-807417-149-9

Bilz M., Kell S.P., Maxted N., Lansdown R.V., 2011, European Red list of vascular plants, Publications Office of the European Communities, Luxembourg, 48 s, ISBN 978-92-79-20199-8

Bosco C., de Rigo D., Dewitte O., Poesen J., Panagos P., 2015, Modelling soil erosion at European scale: Towards harmonization and reproducibility in: *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2015, Copernicus Publ., Göttingen, Germany, volume 15, 225-245 s, ISSN 1684-9981

Brang P., Bugmann H., Bürgi A., Mühlethaler U., Rigling A., Schwitter R., 2008, Klimawandel als waldbauliche Herausforderung in: *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 2008, Swiss Forestry Society, Switzerland, volume 159, issue 3, 362-373 s, ISSN 2235-1469

Brang P., et. al., 2014, Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change, *Forestry: An International Journal of Forest Research*, Oxford University Press, Oxford, United Kingdom, volume 87, issue 4, 492–503 s, ISSN 1464-3626

Budka T., 2021, Reakce semenáčků stromů na sucho ovlivněné formou dostupného dusíku, Diplomová práce, Masarykova univerzita, Brno, Česká republika, 31-33 s

- Buriánek V., 2004, Bříza – *Betula* L. in: Uhlířová J., Kapitola P., Poškození lesních dřevin, 2004, Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, Česká republika, 205 s, ISBN 80-86386-56-2
- Buriánek V., Novotný P., Frýdl J., 2014, Metodická příručka k určování domácích druhů bříz, Certifikovaná metodika, VÚLHM Strnady, Jíloviště, Česká republika, 10-19 s, ISBN 978-80-7417-081-2
- Burricher E., Pott R., Raus T., Wittig R., 1980, Die Hudelandschaft Borkener Paradies im Emstal bei Meppen in: Abh. Landesmus. Naturk. Münster, 1980, Westfalen, Münster, Deutschland, volume 42, issue 4, 1-65 s, ISSN 0951-5674
- Butler G.D. Jr., Kimball B.A., Mauney J.R., 1986, Population of *Bemisia tabaci* (Hymenoptera: Aleyrodiadae) on cotton grown in open-top filed chambers enriched with CO₂, Environmental Entomology, Entomological Society of America, Maryland, United States of America, volume 15, issue 1, 61-63 s, ISSN 1938-2901
- Caudullo G., de Rigo D., 2016, *Populus tremula* in Europe: distribution, habitat, usage and threats in: European Atlas of Forest Tree Species, 2016, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 138-139 s, ISBN 978-92-76-17290-1
- Clark J.S., 1988, Effect of climate change on fir regimes in northwestern Minnesota in: Nature, 1984, Nature Research a Springer Science+Business Media, London, United Kingdom, volume 334, 233-235 s, ISSN 0028-0836
- Connolly A., Kelly D.L., 2000, A review of the plant communities associated with Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in Europe, and an evaluation of putative indicator/specialist species in: Forest Systems, 2000, Instituto Nacional de Investigacion y Tecnologia Agraria y Alimentaria, Madrid, Spain, volume 9, issue 1, 15 s, ISSN 2171-9845
- Čermák P., 2011, Vliv ošetření proti bušení na růst dřevin a výši poškození okusem in: Lesnická práce, 2011, Lesnická práce s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, Česká republika, ročník 90, svazek 10, 45-47 s, ISSN 0322-9254

Čermák P., Mrkva R., Škody zvěří – Neřešený eskalující problém in: Zpravodaj ochrany lesa/Setkání lesníků tří generací, 2007, Sborník referátů ze semináře, svazek 14, 39 s, ISBN 121-9342

Černý Z., Lokvenc T., Neruda J., 1995, Zalesňování nelesních půd, Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství ČR, Praha, Česká republika, 54 s

Davis M.B., 1984, Climatic Instability, Time, Lags, and Community Disequilibrium in: Ecology, Evolution and Behavior, 1984, Harper and Row, New York City, New York, United States of America, 269-284 s

Davis M.B., 1989, Lags in vegetation response to greenhouse warming, University of Minesota, Minneapolis, United States of America, Climatic Change 15, 75-82 s, ISSN 1573-1480

Davis M.B., Woods K.D., Webb S.L., Futzma R.P., 1986, Dispersal versus Climate: Expansion of *Fagus* and *Tsuga* into the Upper Great Lakes Region in: Vegetatio (now Plant Ecology), 1986, Springer Science+Business Media, Berlin, Germany, volume 67, 93-104 s, ISSN 1573-5052

Diaci J., Rozenbergar D., Fidej G., Nagel T.A., 2017, Challenges for Uneven-Aged Silviculture in Restoration of Post-Disturbance Forests in Central Europe: A Synthesis in: Forests, MDPI, Basel, Switzerland, volume 8, 378-398, ISSN 1999-4907

Dickie I.A., Martínez-García L.B., Koele N., Grelet G-A., Tylianakis J.M., Peltzer D.A., Richardnos S., 2013, Mycorrhizas and mycorrhizal fungal communities throughout ekosystém development in: Plant and Soil, 2013, Springer Science+Business Media, Berlin, Germany, volume 367, issue 1-2, 11-39 s, ISSN 1573-5052

Dimitrovský K., 2000, Dendrologické aspekty při rekultivaci devastovaných území. Klasifikace domácích a introdukovaných dřevin pro antropogenní stanoviště in: Ochrana přírody, 2000, AOPK, Praha, Česká republika, ročník 55, svazek 3, 95-96 s, ISSN 1210-258X

Ducouso A., Bordacs S., 2004, EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for pedunculate and sessile oaks (*Quercus robur* and *Q. petraea*), International Plant Genetic Resources Institute, Rome Italy, 6 s, ISBN 92-9043-660-3

Dudík R., et al., 2018, Vyhodnocení plnění funkcí lesa u březových porostů, ekonomiky březového hospodářství a návrh východisek pro hospodaření s březou v ČR, Výzkumný projekt grantové služby LČR, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, Česká republika, 115 s

Dunwiddie P.W., 1986, A 6000-Year Record of Forest History on Mount Rainier, Washington in: Ecology, 1986, John Wiley and Sons, Inc., New York City, New York, United States of America, volume 67, no. 1, 58-68 s, ISSN 0012-9658

Durrant T.H., de Rigo D., Caudullo G., 2016a, *Salix alba* in Europe: distribution, habitat, usage and threats in: European Atlas of Forest Tree Species, 2016, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 168 s, ISBN 978-92-76-17290-1

Durrant T.H., de Rigo D., Caudullo G., 2016b, *Fagus sylvatica* and other beeches in Europe: distribution, habitat, usage and threats in: European Atlas of Forest Tree Species, 2016, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 94–95 s, ISBN 978-92-79-36740-3

Dušek D., 2015, Potenciál pěstování smrku ztepilého v oblastech jeho chronického chřadnutí, Disertační práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, Česká republika, 10-11 s

Edwards J., Johnston M., 2013, Adapting sustainable forest management to climate change: an analysis of Canadian case studies, Canadian Council of Forest Ministers, Ottawa, Canada, 13 s, ISBN 978-1-100-229355

Fattorini L., Marcheselli M., Pisani C., Pratelli L., 2017, Design-based asymptotics for two-phase sampling strategies in environmental surveys in: Biometrika, 2017, Oxford University Press, Oxford, England, volume 104, issue 1, 195-205 s, ISSN 1464-3510

Filer D., Farjon A., 2013, An Atlas of the World's Conifers: An Analysis of their Distribution, Biogeography, Diversity and Conservation Status, BRAHMS project, Brill Academic Publishers, Leiden, Netherlands, 158 s ISBN 978-90-04-21180-3

Finkeldey R., Ziehe M., 2004, Genetic implications of silvicultural regimes in: Forest Ecology and Management, 2004, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, volume 197, Issues 1-3, 231-244 s, ISSN 0378-1127

Fischer A., Lindner M., Clemens A., Lasch P., 2002, Vegetation dynamics in central European forest ecosystems (near-natural as well as managed) after storm events, in: Folia Geobotanica, Czech Academy of Sciences, Czech Republic, 2002, volume 37, 17-32 s, ISSN 1874-9348

Food and Agriculture Organization, 2004, Trade and Sustainable Forest Management: Impacts and Interactions, Food and Agriculture Organization Forestry, Rome, Italy, ISBN 9251054819

Food and Agriculture Organization, 2005, Global Forest Resources Assessment 2005, Food and Agriculture Organization Forestry, Rome, Italy, Paper 147, ISBN 9251054819

Frehner M., Wasser B., Schwitler R., 2005, Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, Schweiz, 16 s

Friis I., 1988, Atlas of North European Vascular Plant, North of the Tropic of Cancer by Hulten E., Fries M. in: Nordic Journal of Botany, 1998, John Wiley and Sons, Inc., New York City, New York, United States of America, volume 8, issue 1, 18 s, ISSN 1756-1051

Funk D.T., 1990, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. European alder in: Agriculture Handbook, 1990, U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., United States of America, volume 654, issue 1, 239-256 s, ISBN 1433055554

Galle J., 2009, Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) a smrk ztepilý v typologických jednotkách vegetačních stupňů Jeleních louček v Hrubém Jeseníku, Diplomová práce, Mendelova univerzita v Brně, Brno, Česká republika, 85 s

Glenn-Lewin D.C., Peet R.K., Veblen T.T., 1992, Plant succession: theory and prediction, Chapman and Hall, London, United Kingdom, 252 s, ISBN 9780412269103

Gonin P., Larrieu L., Coello J., Marty P., Lestrade M., Becquey J., Claessens H., 2014, Autoecology of broadleaved species, Institut Pour le Developpement Forestier, Paris, France, 49-52 s

Graham R.L., Turner M.G., Dale V.H., 1990, How Increasing CO₂ and Climate Change Affect Forests in: BioScience, 1990, American Institute of Biological Sciences, Oxford University Press, United States of America, vol. 40, no. 8, 575-587 s, ISSN 1525-3244

Grime J.P., Hodgson J.G., Hunt R., 1988, Comparative Plant Ecology A functional approach to common British species, Springer Science+Business Media, Berlin, Germany, 115-118 s, ISBN 978-94-017-1094-7

Hallé F., Oldeman R.A.A., Tomlinson P.B., 1978, Tropical Trees and Forests, Springer Science+Business Media, New York City, New York, United States of America, ISBN 978-3-642-81190-6

Hart V., Nentvichová-Hartová M., Taucham P., 2010, Analysis of herbicide effects on Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) natural regeneration in: Journal of Forest Science, 2010, Czech Academy of Agricultural Sciences, Prague, Czech Republic, volume 56, issue 5, 209-217 s, ISSN 1805-935X

Haynes D.L., 1982, Effects of climate change on agricultural plant pests in: Ecological consequences of CO₂-induced climatic change on forest ecosystems., 1982, National Information Service, Springfield, Illinois, United States of America, vol II, part 10

Helsinki Summit, 1993, Helsinki Summit of Conference on Security and Co-operation in Europe adopts „Helsinki Summit Declaration“ and „Helsinki Decisions“ in: International digest of health legislation, 1993, Geneva, Switzerland, volume 44, issue 3, 514-516 s, ISSN 0020-6563

Heroldová M., Homolka M., Kamler J., 2003, Breakage of rowan caused by red deer – An important factor for Sorbetto-Piceetum stand regeneration? in: Forest Ecology and Management, 2003, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, volume 181, issue 3, 131-138 s, ISSN 0378-1127

Hlavová Z., 2004, Využití semenných roků in: Lesnická práce, 2004, Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, Česká republika, ročník 83, svazek 12, 25-26 s, ISSN 0322-9254

Holgén P., Hånell B., 2000, Performance of planted and naturally regenerated seedlings in Picea abies-dominated shelterwood stands and clearcuts in Sweden in: Forest Ecology and Management, 2000, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, volume 127, issue 1, 129-138 s, ISSN 0378-1127

Holmström E., Karlsson M., Nilsson U., 2017, Modeling birch seed supply and seedling establishment during forest regeneration in: Ecological Modelling, 2017, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, volume 352, issue 5, 31-39 s, ISSN 0304-3800

Horešovská M., 2019, Vliv dostupnosti vody na strukturu a vybrané fyziologické parametry listu u dřevin, Bakalářská práce, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika, 4-6 s

Horgan T., Keane M., McCarthy R., Lally M., Thompson D., 2003, A Guide to Forest Tree Species Selection and Silviculture in Ireland, COFORD, National Council for Forest Research and Development, Dublin, Ireland, 198-200 s, ISBN 1-902696-27-1

Hospodářská kniha, Majitel 2/20001, Lesní oblast 8 (Křivoklátsko a Český kras), LHC 115200, Lesní správa Lány, Revír Lány, Oddělení 213, Dílec B, Platnost od 1.1.2020-31.12.2029, 632 s

Hruban R., Dujka P., Apltauer J., Gryga P., 2021, Oblastní plán rozvoje lesů, Přírodní lesní oblast 8 – Křivoklátsko a Český kras, Všeobecné údaje, ÚHÚL, Brandýs nad Labem, Česká republika, 27-55

Huth F., 2009, Untersuchungen zur Verjüngungsökologie der Sand-Birke (*Betula pendula* Roth), Dissertation, Technische Universität Dresden, Dresden, Deutschland, 394 s

Chalot M., Plassard C., 2011, Ectomycorrhiza and nitrogen provision to the host tree, John Wiley and Sons, Inc., New York City, New York, United States of America, 69-94 s, ISBN 9780470959404

Chamberlain C.J., Wolkovich E.M., 2021, Late spring freezes coupled with warming winters alter temperate tree phenology and growth in: *New Phytologist*, 2021, Wiley-Blackwell, Hoboken, New Jersey, United States of America, volume 231, issue 3, 987-995 s, ISSN 1469-8137

Chazdon R.L., Uriarte M., 2016, Natural regeneration in the context of large-scale forest and landscape restoration in the tropics in: *Biotropica*, 2016, Wiley-Blackwell, Hoboken, New Jersey, United States of America, volume 48, issue 6, 709-715 s, ISSN 1744-7429

Choat B., Brodribb T.J., Brodersen C.R., Duursma R.A., López R., Medlyn B.E., 2018, Triggers of tree mortality under drought in: *Nature*, 2018, Nature Research a Springer Science+Business Media, London, United Kingdom, volume 558, 531-539 s, ISSN 0028-0836

IPCC, 2007, Summary for Policymakers in: *Climate Change 2007: Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, New York, United States of America, 14-15 s

Irland L.C., Adams D., Alig R., Betz C.J., Chen C.C., Hutchins M., McCarl B.A., Skog K., Sohngen B.L., 2001, Assessing Socioeconomic Impacts of Climate Change on US Forests, Wood-Product Markets, and Forest Recreation in: *BioScience*, 2001, American Institute of Biological Sciences, Oxford University Press, Oxford, United Kingdom, volume 51, no. 8, 753-764 s, ISSN 1525-3244

Isebrands J.G., Richardson J., 2014, Poplars and Willows: Trees for Society and the Environment, CAB International, Wallingford, Oxfordshire, United Kingdom, 106 s, 978-1-78064-108-9

Jarvis P.J., 1977, Trees and woodland in the British landscape in: Progress in Physical Geography: Earth and Environment, 1977, SAGE publishing, Thousand Oaks, California, United States of America, volume 1, issue 2, 360-362 s, ISSN 0309-1333

Johnson O., 2006, Collins Tree Guide, The Most Complete Field Guide to the Trees of Britain and Europe, HarperCollins, New York City, New York, United States of America, 85-87 s, ISBN 9780007139545

Johnson W. C., Sharpe D.M., 1982, Ecological consequences of CO₂-induced climatic change on forest ecosystems., National Information Service, Springfield, Illinois, United States of America, vol II, part 13

Kantor P., et al., 2014, Pěstění lesa, Učební text, Mendelova univerzita v Brně, Brno, Česká republika, 153 s,

Karjanmaa T.L., Penttilä R., Siitonen J., 2007, The demographic structure of European aspen (*Populus tremola*) populations in managed and oldgrowth boreal forests in eastern Finland in: Canadian Journal of Forest Research, 2007, NRC Research Press, Ottawa, Canada, volume 37, issue 6, 1070-1081 s, ISSN 0045-5067

Kauppi P.E., Ausubel J.H., Fang J., Mather A.S., Sedjo R.A., Waggoner P.E., 2006, Returning forests analyzed with forest identity in: PNAS, 2006, National Academy of Sciences, Washington D.C., United States of America, vol. 103, no. 46, 17574-17579 s, ISSN 1091-6490

Kessl J., Fanta B., 1957, Rozbor škod způsobených zvěří – zmírňování následků okusu a ohryzu in: Ochrana lesa proti škodám zvěří, 1957, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, Česká republika

Kimball B.A., 1983, Carbon Dioxide and Agricultural Yield: An Assemblage and Analysis of 430 Prior Observations in: *Agronomy Journal*, 1983, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, United States of America, volume 75, issue 5, 779-788 s, ISSN 1435-0645

Kimball B.A., Mauney J.R., Nakayama F.S., Idso S.B., 1993, Effects of increasing atmospheric CO₂ on vegetation in: *Vegetatio* (now *Plant Ecology*), 1993, Springer Science+Business Media, Berlin, Germany, volume 104, 65-75 s, ISSN 1573-5052

Kirilenko A. P., Sedjo R. A., 2007, Climate change impacts on forestry in: *PNAS*, 2007, National Academy of Sciences, Washington D.C., United States of America, vol. 104, no. 50, 19697-19702 s ISSN 1091-6490

Klaassen R.K.W.M., Creemers J.G.M., 2012, Wooden foundation piles and its underestimated relevance for cultural heritage in: *Journal of Cultural Heritage*, 2012, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, volume 13, 123-128 s, ISSN 1296-2074

Knoke T., Ammer Ch., Stimm B., Mosandl R.M., 2008, Admixing broadleaved species to coniferous tree species: a review on yield, ecological stability and economics in: *European Journal of Forest Research*, 2008, Springer Science+Business Media, Berlin, Germany, volume 127, issue 1, 98-101 s, ISSN 1612-4677

Kohler M., Schwarz J.A., Nägele G., Bauhus J., 2010, Can drought tolerance of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) be increased through thinning? in: *European Journal of Forest Research*, 2010, Springer Science+Business Media, Berlin, Germany, volume 129, issue 6, 1109-1118 s, ISSN 1612-4677

Kolibáč P., Jelínek M., 2011, Realizace přírodě blízkého hospodaření v lesích, AOPK, Praha, Česká republika, 7-8 s, ISBN 978-80-87457-17-7

König A., 1995, Sturmgefährdung von Beständen im Altersklassenwald: Ein Erklärungs- und Prognosemodell, Sauerländer, Aarau, Schweiz, 52-53 s

Koop H., 1987, Vegetative Reproduction of Trees in Some European Natural Forests in: *Vegetatio* (now *Plant Ecology*), 1987, Springer Science+Business Media, Berlin, Germany, volume 72, issue 2, 103-110 s, ISSN 1573-5052

Korpel' Š., et al., 1991, Pestovanie lesa, Príroda, Bratislava, Slovensko, 465 s, ISBN 9788007004283

Koski V., Rousi M., 2005, A review of the promises and constraints of breeding silver birch (*Betula pendula* Roth) in Finland in: An International Journal of Forest Research, Oxford University Press, Oxford, United Kingdom, volume 78, issue 2, 187-198 s, ISSN 1464-3626

Košulič M., 2009, Ekonomická analýza prírodě blízkého obhospodařování lesů, Hnutí Duha, Brno, Česká republika

Košulič M., 2010, Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu, FSC Česká republika – Forest Stewardship Council, Brno, Česká republika, 1. vydání, 59-63 s, ISBN 978-80-254-6434-2

Krpec P., 2012, Vliv mechů na přirozenou obnovu lesa, Bakalářská práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, Česká republika, 22 s

Křístek Š., et al., 2021, Generel obnovy lesních porostů po kalamitě, Etapa 2020, ÚHÚL a VÚLHM, Brandýs nad Labem a Strnady (Jíloviště), Česká republika, 56 s

Kříž Z., 1990, *Betula* L. – bříza – in: Hejný S., Slavík B., Hrouda L., Skalický V., 2003, Československá akademie věd – Academia, Praha, Česká republika, svazek 2, 36-46 s, ISBN 80-200-1089-0

Kučerová V., Honec M., Paule L., Zhelev P., Gömöry D., 2010, *Sorbus torminalis* Kucerova Biologia 10, volume 65, 817 s

Kulakowski D., Seidl R., Holeksa J., Nagel T. A., Panayotov M., Svoboda M, Thorn S., Vacchiano G., Whitlock C., Wohlgemuth T., Bebi P., 2016, A walk on the wild side: Disturbance dynamics and the conservation and management of European mountain ecosystems in: Forest Ecology and Management, 2016, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, volume 388, issue 1, 120-131 s, ISSN 0378-1127

Kulla L., et al., 2012, Rekonštrukcie nepôvodných smrekových lesov: poznatky-skúsenosti-odporúčania in: Lesnícky časopis – Forestry Journal, 2012, Národné lesnícke centrum – Lesnícky výzkumný ústav Zvolen, Zvolen, Slovensko, ročník 58, svazek 3, 195-200 s, ISSN 0323-1046

Kulla L., Šebeň V., 2012, Pokus o uplatnením neceloplošnej umelej obnovy kalamitnej holiny na demonštračnom objekte Husárik in: Lesnícky časopis – Forestry Journal, 2013, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, Česká republika, ročník 58, svazek 3, 171-180 s, ISSN 0323-1046

Kupka I., Skrziszowski M., 2006, Root systém development and structure of European beech plants (*Fagus sylvatica* L.) in: Stabilisation of Forest Functions in Biotopes Disturbed by Anthropogenic Activity, 2006, VÚLHM, Opočno, Česká republika, 229-236 s, ISBN 80-86461-71-8

Langewald H., et al., 2012, Assessing Enviromental Impacts of Short Rotation Coppice (SRC) Expansion: Model Definition and Preliminary Results in: BioEnergy Research, 2012, Springer Publishing, New York City, New York, United States of America, volume 5, issue 2, 621-635 s, ISSN 1939-1242

Långström B., Day K.R., 2007, Damage, Control and Management of Weevil Pests, Especially *Hyllobius Abietis* in: Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis, 2007, Springer Science+Business Media, Dordrecht, Netherland, 415-444 s, ISBN 978-1-4020-2241-8

Lanta V., Leps J., 2009, How does surrounding vegetation affect the course of succession: A five-year container experiment in: Journal of vegetation Science, 2009, John Wiley and Sons, Inc., New York City, New York, United States of America, volume 20, issue 4, 686-694 s, ISSN 1654-1103

Lässig R., Egli S., Odermatt O., Schönenberger W., Stöckli B., Wohlgemuth T., 1995, Beginn der Wiederbewaldung auf Windwurfflächen in: Schweizerische Zeitschrift für

Forstwesen, 1995, Swiss Forestry Society, Switzerland, volume 146, issue 11, 893-911 s, ISSN 2235-1469

Leder B., 2017, Natürliche Wiederbewaldung ehemaliger Sturmwurfflächen in: AFZ-Der Wald, 2017, München, Deutschland, Volumen 5, 16-20 s, ISSN 1430-2713

Leuschner Ch., Ellenberg H., 2017, Vegetation Ecology of Central Europe, Springer Publishing, New York City, New York, United States of America, 345 s, ISBN 978-3-319-50710-1

Lindelöw Å., 2008, Seedling mortality caused by *Hylastes cunicularius* Er. (Coleoptera, scolytidae) in *Picea abies* plantations in Northern Sweden in: Scandinavian Journal of Forest Research, 1992, Taylor and Francis Group, Abingdon-on-Thames, Oxfordshire, United Kingdom, volume 7, issue 1-4, 387-392 s, ISSN 1651-1891

Little E.L.Jr., 1979, Checklist of United States Trees (Native and Naturalized), Agriculture Handbook No. 541, Forest Service United States Department of Agriculture, Washington D.C., Washington, United States of America, 20 s

Lokvenc T., 1988, Aktuální problémy zalesňování v ČSR a jejich řešení in: Nové stroje a technologie pro pěstební činnost lesního hospodářství, 1988, Sborník referátů, Dům techniky ČSVTS, Brno, Česká republika, 28-35 s

Lokvenc T., Přínos opočenského pracoviště pro vědu a praxi v oborech lesního školkařství a zalesňování in: 50 let pěstebního výzkumu v Opočně, 2001, Sborník z celostátní konference, VÚLHM, Strnady, Jíloviště, Česká republika, 2 s, ISBN 80-86461-11-4

Macadam A., Bedford L., 1998, Mounding in the Sub-boreal Spruce Zone of west-central British Columbia: 8-year results in: The Forestry Chronicle, 1998, Canadian Institute of Forestry, West Mattawa, Canada, volume 74, issue 3, 421-427 s, ISSN 157546

MacKenzie M.D., Schmidt M.G., Bedford L., 2005, Soil microclimate and nitrogen availability 10 years after mechanical site preparation in northern British Columbia in:

Canadian Journal of Forest Research, 2005, NRC Research Press, Ottawa, Canada, volume 35, issue 8, 1854-1866 s, ISSN 0045-5067

MacKenzie, N.A., 2010, Ecology, conservation and management of Aspen A Literature Review, Report

MacVean D.N., Ratcliffe D.A., 1962, Plant Communities of the Scottish Highlands: A study of Scottish mountain, moorland and forest vegetation, His/Her Majesty's Stationery Office, Norwich, United Kingdom, 112 s

Martiník A., Dobrovolný L., Hurt V., 2016, Potenciál kombinované obnovy lesa na kalamitních holinách nižších poloh in: Zprávy lesnického výzkumu, VÚLHM, Strnady, Jíloviště, Česká republika, ročník 61, svazek 2, 125-131 s, ISSN 1805-9872

Mauer O., 2009, Zakládání lesa I., Učební text, Mendelova univerzita v Brně, Brno, Česká republika, 172 s

Mauer O., et al., 2004, Kořenový systém – základ stromu, Mendelova univerzita v Brně, Brno, Česká republika, 155 s

McElhinny Ch., Gibbons P., Brack C., Bauhus J., 2005, Forest and woodland stand structural complexity: Its definition and measurement in: Forest Ecology and Management, 2005, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, volume 218, Issues 1-3, 1-24 s, ISSN 0378-1127

Meentemeyer V., 1978, Macroclimate the Lignin Control of Litter Decomposition Rates in: Ecology, 1978, Ecological Society of America, Washington D.C., Washington, United States of America, volume 59, no 3, 465-472, ISSN 1939-9170

Meusel H., Jäger E.J., Rauschert S., Weinert E., 1994, Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora, Band III. in: FEDDES Repertorium, 1994, Wiley-VCH, Weinheim, Germany, volume 105, issue 5-6, 399-400 s, ISSN 1522-239X

Mičán A., 2010, Populace buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) geobiocenóz masívu Javořice (Přírodní lesní oblast Českomoravská vrchovina), Bakalářská práce, Mendelova univerzita v Brně, Brno, Česká republika, 98 s

Mikeska M., Vacek S., Prausová R., Simon J., Minx T., Podrázský V., Malík V., Koblíha M., Anděl P., Matějka K., 2008, Lesnicko-typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR, Lesnická práce s.r.o., 447 s, ISBN 978-80-87154-20-5

Mlčoušek M., et al., 2020, Generel obnovy lesních porostů po kalamitě, Etapa III, ÚHÚL a VÚLHM, Brandýs nad Labem a Strnady (Jíloviště), Česká republika, 54-56 s

Modlinger R., Liška J., Knížek M., 2015, Hmyzí škůdci našich lesů, Ministerstvo zemědělství a VÚLHM, Praha a Strnady (Jíloviště), Česká republika, 1-20 s, ISBN 978-80-7434-206-6

Modrý M., Hubený D., Rejšek K., 2004, Differential response of naturally regenerated European shade tolerant tree species to soil type and light availability in: Forest Ecology and Management, 2004, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, volume 188, issue 1, 185-195 s, ISSN 0378-1127

Mráček Z., Pařez Z., 1986, Pěstování smrku, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, Česká republika, 1. vydání, 35-37 s

Nicolescu V.-N., Hochbichler E., Gomez J.C., Ravagni S., Giulietti V., 2009, Ecology and silviculture of wild service tree (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz): A literature review in: Die Bodenkultur – Journal for Land Management, Food and Environment, 2009, Sciendo, Warsaw, Poland, volume 60, 35 s, ISSN 2719-5430

Nilsson U., Luoranen J., Kolström T., Örlander G., Puttonen P., 2010, Reforestation with planting in northern Europe in: Scandinavian Journal of Forest Research, 2010, Universities and research institutions in Sweden, Sweden, volume 25, issue 4, 283-294 s, ISSN 1651-1891

Novotný S., Šišák L. 2016, Ekonomika obnovy lesa ve smrkových porostech na vybraném lesním majetku in: Zprávy lesnického výzkumu, 2016, VÚLHM, Strnady, Jíloviště, Česká republika, ročník 61, svazek 1, 10-18 s, ISSN 1805-9872

Packham J.R., Thomas P.A., Atkinson M.D., Degen T., 2012, Biological Flora of the British Isles: *Fagus sylvatica* in: Journal of Ecology, 2012, British Ecological Society, United Kingdom, volume 100, issue 6, 1557-1608 s, ISSN 1365-2745

Paffetti D., Travaglini D., Buonamici A., Nocentini S., Giuseppe V.G., Giannini R., Vettori Ch., 2012, The influence of forest management on beech (*Fagus sylvatica* L.) stand structure and genetic diversity in: Forest Ecology and Management, 2012, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, volume 284, Issues 1-3, 34-44 s, ISSN 0378-1127

Palviainen M., Finér L., Laurén A., Mannerkoski H., Piirainen S., Starr M., 2007, Development of ground vegetation biomass and nutrient pools in a clear-cut discolored boreal forest in: Plant and Soil, 2007, Springer Science+Business Media, Berlin, Germany, volume 297, 43-52 s, ISSN 1573-5036

Pâques L.E., 2013, Forest Tree Breeding in Europe in: Managing Forest Ecosystems, 2013, Springer Publishing, New York City, New York, United States of America, volume 25, 123-176 s, ISSN 1568-1319

Pastor J., Post W.M., 1988, Response of northern forests to CO₂-induced climate change in: Nature, 1988, Springer Science+Business Media, London, United Kingdom, volume 334, issue 2, 55-58 s, ISSN 1573-5052

Pecháček O., Hlaváčková P., 2016, Ekonomická komparace strategií hospodaření v lesích s různou intenzitou ochrany in: Zprávy lesnického výzkumu, VÚLHM, Strnady, Jíloviště, Česká republika, ročník 61, svazek 4, 279-289 s, ISSN 1805-9872

Pěnička L., 2010, Bříza jedna ze základních dřevin PND na náhorní plošině Krušných hor in: Bříza dřevina roku 2010, Sborník z odborného semináře, Litvínov 25.5. 2010, Česká lesnická společnost, Kostelec nad Černými lesy, 10-15 s

Pennington W., 1986, Lags in adjustment of vegetation to climate caused by the pace of soil development. Evidence from Britain in: Vegetatio (now Plant Ecology), 1986,

Springer Science+Business Media, Berlin, Germany, volume 67, no 2, 105-118 s, ISSN 1573-5052

Peřina V., Kadlus Z., Jirkovský V., 1964, Přirozená obnova lesních porostů, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, Česká republika

Peřková V., 2005, Padání a kořenové hniloby semenáčků in: Lesnická práce, 2005, Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, Česká republika, ročník 84, svazek 11, 12-14 s, ISSN 0322-9254

Peřková V., Soukup F., 2002, *Botrytis cinerea* Pers.: Pers. Plíseň šedá in: Lesnická práce, 2002, Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, Česká republika, ročník 81, svazek 11, 20-24 s, ISSN 0322-9254

Peters R.L., Darling J.D.S., 1985, The Greenhouse Effect and Nature Reserves in: Bioscience, 1985, American Institute of Biological Sciences, Oxford University Press, United States of America, volume 35, no. 11, 707-717 s, ISSN 1525-3244

Pietrzykowski M., 2019, Tree species selection and reaction to mine soil reconstructed at reforested post-mine sites: Central and eastern European experiences in: Ecological Engineering, 2019, Czech University of Life Sciences Prague, Prague, Czech republic, volume 142, issue 3, ISSN 0925-8574

Pleva J., 1962, Lesnícka botanika II, Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, Bratislava, Slovensko, 411 s, ISBN (Vázáno)

Plíva K., 1987, Typologický klasifikační systém ÚHÚL, ÚHÚL, Brandýs nad Labem, Česká republika, 20 a 22 s

Pokorný R., 2013, Pěstování lesů pod vlivem měnícího se klimatu, Mendelova univerzita v Brně, Brno, Česká republika, 23–25 s

Poleno Z., 1996, Přípravné a pomocné dřeviny v lesním hospodářství in: Lesnická práce, 1996, Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, Česká republika, ročník 75, svazek 1, 16-17 s, ISSN 0322-9254

Poleno Z., Vacek S. a kol., 2009, Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů, Lesnická práce s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, Česká republika, 1. vydání, 135-152 s, ISBN 978-80-87154-34-2

Praciak A., et al., 2013, CABI Encyclopedia of Forest Trees, CAB International, Wallingford, Oxfordshire, United Kingdom, 155-195 s, ISBN 9781780643588

Prach K., Jonášová M., Svoboda, M., 2009, Ekologie obnovy narušených míst in: Živa, 2009, Academia, Praha, Česká republika, ročník 56, svazek 5, 212-215 s, ISSN 0044-4812

Pulkrab K., Sloup M., Sloup R., 2014, Ekonomická doba obmýtí in: Lesnícky časopis – Forestry Journal, 2014, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, Česká republika, vol 60, issue 4, 223-230 s, ISSN 0323-1046

Pylyp J., 2022, Potenciál přirozené obnovy lesních dřevin na kalamitních holinách v podmínkách kyselých a živných stanovišť středních poloh, Diplomová práce, Česká Zemědělská univerzita v Praze, Praha, Česká republika

Quitt E., 1971, Klimatické oblasti ČSR, Studia geographica, Geografický ústav ČSAV, Brno, Česká republika, svazek 16, 23 s

Rackham O., 2008, Ancient woodlands: modern threats in: New Phytologist, 2008, Wiley-Blackwell, Hoboken, New Jersey, United States of America, volume 180, issue 3, 571-586 s, ISSN 1469-8137

Raspé O., Findlay C., Jacquemart A.-L., 2001, Sorbus aucuparia L. in: Journal of Ecology, 2001, British Ecological Society, United Kingdom, volume 88, issue 5, 910-930 s, ISSN 1365-2745

Räty M., Caudullo G., de Rigo D., 2016, Sorbus aucuparia in Europe: distribution, habitat, usage and threats in: European Atlas of Forest Tree Species, 2016, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 176-177 s, ISBN 978-92-76-17290-1

Reddy A.R., Rasineni G.K., Raghavendra A.S., 2010, The impact of global elevated CO₂ concentration on photosynthesis and plant productivity in: *Current Science*, 2010, Current Science Association, India, volume 99, no. 1, 46-57 s, ISSN 0011-3891

Ritari A., Lähde E., 1978, Effect of site preparation on physical properties of the soil in a thick humus spruce stand in: *Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja*, 1978, Metsäntutkimuslaitos, Joensuu Metla House, Yliopistokatu, Finland, volume 92, issue 7, 37 s, ISBN 951-40-0314-4

Roloff A., Weisgerber H., Lang U.M., Stimm B., 2010, *Bäume Mitteleuropas: Von Aspe bis Zirbelkiefer. Mit den Porträts aller Bäume des Jahres von 1989 bis 2010*, Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 245-246 s, ISBN 978-3527328253

Rottmann M., 1985, Waldbauliche Konsequenzen aus Schneebruchkatastrophen. in: *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 1985, Swiss Forestry Society, Switzerland, volume 1136, issue 3, 167-184 s, ISSN 2235-1469

Sack L., 2004, Responses of temperate woody seedlings to shade and drought: do trade-offs limit potential niche differentiation? in: *Oikos*, 2004, John Wiley and Sons, Inc., New York City, New York, United States of America, volume 107, issue 1, 110-127 s, ISSN 1600-0706

Saksa T., Nerg J., Tuovinen J., 1990, State of 3-8 years old Scots pine and Norway spruce plantations in: *Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja*, 1990, Metsäntutkimuslaitos, Joensuu Metla House, Yliopistokatu, Finland, volume 75, issue 3, 1-27 s, ISBN 951-40-0314-4

Salonius P., 1983, Effects of organic-mineral soil mixtures and increasing temperature on the respiration of coniferous humus material in: *Canadian Journal Forest Research*, 2011, NRC Research Press, Ottawa, Canada, volume 13, issue 1, 102-107 s, ISSN 1208-6037

Sandenburgh R., Taylor C., Hoffman J.S., 1987, Rising carbon dioxide, climate change, and forest management: an overview in: *The Greenhouse Effect, Climate Change and*

U.S. Forests, 1987, The Conservation Foundation, Washington D.C., Washington, United States of America, 113-121 s, ISSN 2206-3838

Savill P., 2019, The Silviculture of Trees Used in British Forestry, Chairman of the Trustees of the Sylva Foundation, Oxfordshire, United Kingdom, 245 s, ISBN 9781786393937

Seidl R., Schelhaas M. J., Lexer M. J., 2011, Unraveling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe in: *Global Change Biology*, 2011, Hoboken, New Jersey, United States of America, volume 17, issue 9, 2842-2852 s, ISSN 12365-2486

Shaw K., Wilson B., Roy S., 2014, The IUCN Red List of Threatened Species, pp 194472/0+

Schnitzler A., 1994, European alluvial hardwood forests of large floodplains in: *Journal of Biogeography*, 1994, John Wiley and Sons, Inc., New York City, New York, United States of America, volume 21, issue 6, 605-623 s, ISSN 1365-2699

Schultz R.C., Thompson J.R., 1996, Effect of density control and undercutting on root morphology of 1+0 bareroot hardwood seedlings: five-year field performance of root-graded stock in the central USA in: *New Forests*, 1996, Kluwer Academic Publisher, Alphen aan den Rijn, Netherlands, volume 13, 297-310 s, ISBN 0169-4286

Schultze E.D., et al., 2014, Ungulate browsing causes species loss in deciduous forests independent of community dynamics and silvicultural management in Central and Southeastern Europe in: *Annals of Forest Research*, 2014, Springer Science+Business Media, Berlin, Germany, volume 57, issue 2, 1-22 s, ISSN 1844-8135

Schütz J.P., 2001, Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests in: *Forest Ecology and Management*, 2001, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, volume 151, Issues 1-3, 87-94 s, ISSN 0378-1127

Silvarium, 2015, Tři varianty zajištění obnovy lesa (Zemědělec), internetový odkaz <https://www.silvarium.cz/zpravy-z-oboru-lesnictvi-a-drevarstvi/tri-varianty-zajisteni-obnovy-lesa-zemedelec>

Skilling D.D., 1990, *Pinus sylvestris* (Scotch Pine), Agriculture Handbook 654, U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., Washington, United States of America, 1000-1017 s

Souček J., 2021, Potenciál přirozené obnovy pionýrských druhů dřevin – review in: Zprávy lesnického výzkumu, 2021, VÚLHM, Strnady, Jíloviště, Česká republika, ročník 66, svazek 3, 188-196 s, ISSN 1805-9872

Souček J., Špulák O., Leugner J., Pulkrab K., Sloup R., Jurásek A., Martiník A., 2016, Dvoufázová obnova lesa na kalamitních holinách s využitím přípravných dřevin, Certifikovaná metoda, VÚLHM, Strnady, Jíloviště, Česká republika, 18-35 s, ISBN 978-80-7417-119-2

Sprugel D.G., 1976, Dynamic Structure of Wave-Regenerated *Abies Balsamea* Forests in the North-Eastern United States in: Journal of Ecology, 1976, British Ecological Society, United Kingdom, volume 64, issue 3, 889-911 s, ISSN 1365-2745

Suding K.N., Gross K.L., Houseman G.R., 2004, Alternative states and positive feedbacks in restoration ecology in: Trends in Ecology and Evolution, 2004, Cell Press, Cambridge, Massachusetts, United States of America, volume 19, issue 1, 46-53 s, ISSN 1872-8383

Suszka B., Muller C., Bonnet-Masimbert M., Seeds of forest broadleaves, 1996, Seeds of forest broadleaves, INRA, Paris, France, 4-6 s, ISBN 2-7380-0659-0

Svensson J.S., Jeglum J.K., 2000, Primary succession and dynamics of Norway spruce coastal forests on land-uplift ground moraine, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, 15-17 s, ISBN 91-576-5982-6

Svoboda P., 1957, Lesní dřeviny a jejich porosty. Část 3, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, Česká republika, 457 s

Šindelář J., 2000, Přirozená obnova lesních porostů v České republice in: Lesnická práce, 2000, Lesnická práce s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, Česká republika, ročník 79, svazek 7, 18-21 s, ISSN 0322-9254

- Šmelková L., et al., 1989, Zakladanie lesa, VŠLD, Zvolen, Slovensko, 372 s
- Šmelková L., et al., 2001, Lesní školky, ÚVVZ LVH, Zvolen, Slovensko, 275 s
- Šrůtka P., 1998, Sypavka borová *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chev. In: Lesnická práce, 1998, Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, Česká republika, ročník 77, svazek 6, 18-22 s, ISSN 0322-9254
- Štancík M., Porovnání clonné a holosečné obnovy lesa na přirozených borových stanovištích, Bakalářská práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, Česká republika, 16-17 s
- Tinner W., Ammann B., 2005, Long-term Responses of Mountain Ecosystems to Environmental Changes: Resilience, Adjustment, and Vulnerability in: Global Change and Mountain Regions, An Overview of Current Knowledge, Springer Science+Business Media, Dordrecht, Netherland, volume 23, 133-143 s, ISBN 978-1-4020-3508-1
- Tolley L.C., Strain B.R., 1984, Effects of CO₂ enrichment on growth of *Liquidambarstyraciflua* and *Pinustaeda* seedlings under different irradiance levels in: Canadian Journal of Forest Research, 1984, NRC Research Press, Ottawa, Canada, volume 14, issue 3, 343-350 s, ISSN 0045-5067
- Úradníček L., Chmelař J., 1998, Dendrologie lesnická, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, Česká republika, 216 s
- Úradníček L., Maděra P., Tichá S., Koblížek J., 2001, Dřeviny České republiky, Matice lesnická s.r.o., Písek, Česká republika, svazek 333, ISBN 8086271099
- Úradníček L., Maděra P., Tichá S., Koblížek J., 2009, Dřeviny České republiky, Lesnická práce s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, Česká republika, 367 s, ISBN 978-80-87154-62-5
- Usbeck T., Wohlgemuth T., Dobbertin M., Pfister C., Bürgi A., Rebetez M., 2010, Increasing storm damage to forests in Switzerland from 1858 to 2007 in: Agricultural and Forest Meteorology, 2010, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, volume 150, issue 1, 47-55 s, ISSN 0168-1923

Utinek D., 2010, Střední a nízký les – proč a jak? in: Ochrana přírody, 2015, AOPK, Praha, Česká republika, ročník 65, svazek 4, 12-14 s, ISSN 1210-258X

Vacek S., 1981, Vyhledky na úspěch přirozené obnovy v ochranných horských lesích Krkonoš in: Lesnická práce, 1982, Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, Česká republika, ročník 60, svazek 3, 118-124 s, ISSN 0322-9254

Vacek S., Balcar V., Kacálek D., Kriegel H., Podrázský V., Souček J., 2000, Rámcové zásady obnovy a zakládání bukových a smíšených porostů s bukem v měnících se ekologických poměrech, VÚLHM, Opočno, Česká republika, 2-4 s

Vacek S., et al., 2009, Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách, Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, 792 s, ISBN 978-80-87154-27-4

Vacek Z., Vacek S., Bílek L., Baláš M., 2021, Pěstování lesů, Učební text, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, Česká republika, 45-60 s, ISBN 978-80-213-3043-6

Vandeursen J, Wisse J., 1985, De invloed van fluviale dynamiek op de groei en structuur van een natuurlijk Fraxino-Ulmetum in de Elzas, Report Research Institute for Nature Management, Leersum, Netherland

Varínsky J., 2008, Ochrana kultúr pred škodlivým posobením nežiaducej vegetácie in: Škodlivé činitele lesných drevín a ochrana pred nimi, Zvolen, Slovensko, 2007, 208 s, ISBN 978-80-8093-048-6

Vopravil J., Podrázský V., Holubík O., Vacek S., Beitlerová H., Vacek Z., 2017, Principy zakládání porostů na bývalé zemědělské půdě v rámci ploch vymezených k zalesnění, Metodika pro praxi, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. a Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, Česká republika, 15-21 s, ISBN 978-80-87361-69-6

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

Vyhláška č. 456/2021 Sb. – Vyhláška o podrobnostech přenosu reprodukčního materiálu lesních dřevin, o evidenci a původu reprodukčního materiálu a podrobnostech o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa

Walker B., Kinzig A., Langridge J., 1999, Original Articles: Plant Attribute Diversity, Resilience, and Ecosystem Function: The Nature and Significance of Dominant and Minor Species in: *Ecosystems*, Springer Science+Business Media, Berlin, Germany, 1999, volume 2, 95-113 s, ISSN 1435-0629

Walker L.R., del Moral R., 2011, Primary Succession in: *eLS*, 2011, John Wiley and Sons, Inc., New York City, New York, United States of America, volume 10, 3-5 s, ISBN 9780470015902

Walter J.M.N., 1982, Architectural profiles of flood-forests in Alsace in: *Struktur und Dynamik von Waldern Bericht des 25 Internationalen Symposions der Internationalen Vereinigung fur Vegetationskunde*, 1982, Rinteln, Deutschland, 187-234 s, ISBN 13-1641981

Webb T., 1986, Is Vegetation in Equilibrium with Climate? How to Interpret Late-Quaternary Pollen Data in: *Vegetatio (now Plant Ecology)*, 1986, Springer Science+Business Media, Berlin, Germany, volume 67, 75-92 s, ISSN 1573-5052

Welk E., de Rigo D., Caudullo G., 2016, *Sorbus torminalis* in Europe: distribution, habitat, usage and threats in: *European Atlas of Forest Tree Species*, 2016, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 180-181 s, ISBN 978-92-76-17290-1

Wermelinger B., 2004, Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research in: *Forest Ecology and Management*, 2004, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, volume 202, issues 1-3, 67-82 s, ISSN 0378-1127

Woodward F.I., 1987, *Climate and Plant Distribution*, Cambridge University Press, Cambridge, New York, United States of America, 42-44 s, ISBN 0521282144

Worrel R., 1995, European aspen (*Populus tremula* L.): a review with particular reference to Scotland II. Values, silviculture and utilization in: *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 1995, Hindawi Publishing Corporation, New York, United States of America, volume 68, issue 3, 231-244 s, ISSN 1687-9376

Xitian Y., Dongfeng Y., Canran L., 2014, Natural Regeneration of Trees in Three Types of Afforested Stands in the Taihang Mountains, China in: *PLOS One*, 2014, PLOS, San Francisco, California, United States of America, volume 9, issue 9, ISSN 1932-6203

Yachi S., Loreae M., 1999, Biodiversity and ekosystém productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis in: *PNAS*, 1999, National Academy of Sciences, Washington D.C., United States of America, vol. 96, no. 4, 1463-1469 s, 19697-19702 s ISSN 1091-6490

Yazdani R., Lindgren D., 1988, Gene Dispersion after Natural Regeneration under a Widely-Spaced Seed-Tree Stand of *Pinus sylvestris* (L.) in: *Silvae Genetica*, 1988, Department of Forest Genetics and Plant Physiology, Umeå, Sweden, volume 41, issue 1, 1-5 s, ISSN 2509-8934

Zahradník P., 2014, Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty, Lesnická práce s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, Česká republika, 245 s, ISBN 978-80-87154-25-0

Zákon č. 289/1995 Sb. – Zákon o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon)

Zohner C.M., et al., 2022, Late-sprung frost risk between 1959 and 2017 decreased in North America but increased in Europe and Asia in: *PNAS*, 2020, National Academy of Sciences, Washington D.C., United States of America, vol. 117, no. 22, 12192-12200 s ISSN 1091-6490

Internetový odkaz č. 1

Česká geologická služba, Praha, Česká republika, datum citace: 12.3.2022

<https://mapy.geology.cz/geocr50/>

Internetový odkaz č. 2

Česká geologická služba, Praha, Česká republika, datum citace: 12.3.2022

<https://mapy.geology.cz/pudy/>

9. Seznam příloh

Příloha 1: Varianta pluh, zdroj: autor práce.....	111
Příloha 2: Varianta kontrola, zdroj: autor práce.....	111
Příloha 3: Varianta talířová fréza, zdroj: autor práce.....	112
Příloha 4: Poškození oplocenky na CHS 43, zdroj: autor práce.....	112
Příloha 5: Poškození oplocenky na CHS 45, zdroj: autor práce.....	113
Příloha 6: Byliny na plochách – srdečník obecný (<i>Leonurus cardiaca</i> L.).....	113
Příloha 7: Byliny na plochách – locika jedovatá (<i>Lactuca virosa</i> L.).....	114

Příloha 8: Byliny na plochách – třezalka tečkovaná (<i>Hypericum perforatum</i> L.).....	115
Příloha 9: Byliny na plochách – pcháč rolní (<i>Cirsium arvense</i> (L) Scop.).....	116
Příloha 10: Byliny na plochách – mléčka zední (<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.).....	117
Příloha 11: Byliny na plochách – bika chlupatá (<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.).....	118
Příloha 12: Byliny na plochách – kopřiva žahavka (<i>Urtica urens</i> L.).....	119
Příloha 13: Trávy na plochách – sítina klubkatá (<i>Juncus conglomeratus</i> L.).....	120

10. Přílohy



Příloha 1: Varianta pluh, zdroj: autor práce



Příloha 2: Varianta kontrola, zdroj: autor práce



Příloha 3: Varianta taliřová fréza, zdroj: autor práce



Příloha 4: Poškození oplocenky na CHS 43, zdroj: autor práce



Příloha 5: Poškození oplocenky na CHS 45, zdroj: autor práce



Příloha 6: Byliny na plochách – srdečník obecný (Leonurus cardiaca L.)



Příloha 7: Byliny na plochách – locika jedovatá (Lactuca virosa L.)



Příloha 8: Byliny na plochách – třezalka tečkovaná (Hypericum perforatum L.)



Příloha 9: Byliny na plochách – pcháč rolní (Cirsium arvense (L) Scop.)



Příloha 10: Byliny na plochách – mléčka zední (*Mycelis muralis* (L.) Dumort.)



Příloha 11: Byliny na plochách – bika chlupatá (Luzula pilosa (L.) Willd.)



Příloha 12: Byliny na plochách – kopřiva žahavka (Urtica urens L.)



Příloha 13: Trávy na plochách – sítina klubkatá (*Juncus conglomeratus* L.)