

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Vývoj přirozené obnovy na holé seči a pod porostní clonou
na ŠLP Kostelec n. Č. 1.**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Radek Kalous

Vedoucí práce: prof. Ing. Ivo Kupka, CSc.

© 2024 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

- Autor práce: Bc. Radek Kalous
Studijní program: Lesní inženýrství
Vedoucí práce: prof. Ing. Ivo Kupka, CSc.
Garantující pracoviště: Katedra pěstování lesů
Jazyk práce: Čeština
- Název práce: **Vývoj přirozené obnovy na holé seči a pod porostní clonou na ŠLP Kostelec n. Č. l.**
- Název anglicky: **Growth of Natural Regeneration on Clear Cut Area and in Shelterwood system at Faculty Forest Area**
- Cíle práce: Způsob provádění mýtné těžby je klíčovým faktorem pro vznik a výskyt přirozené obnovy, neboť se tím nastavují světelné a mikroklimatické podmínky pro její vznik a vývoj. Vyhodnocení stavu a kvality vzniklé přirozené obnovy může přinést některé další důležité údaje o vlivu těchto zcela rozdílných podmínek na konkrétních typech stanovišť. Cílem práce je provést ambulanti šetření v konkrétním porostu a zhodnotit vliv jednotlivých faktorů na výsledný stav přirozené obnovy.
- Metodika: - Provedení rešerše literatury vztahující se k zadanému tématu - 6/22
- Výběr vhodných ploch na srovnatelných edafických kategoriích - 7/22
- Každá zkusná plocha by měla činit minimálně 1 ar, na kterých se provede základní dendrometrické šetření (určení druhu, zařazení do výškové třídy, vitalita a kvalita stromku) - 10/22
- Přenesení získaných dat do PC a jejich statistické a grafické zpracování - 11/21
- Vypracování 1. pracovní verze DP - 1/23
- Předložení konečné verze vedoucímu DP - 4/23
- Doporučený rozsah práce: minimálně 50 stran
- Klíčová slova: obnova lesa, holina, clonná seč, mateřský porost, růst náletu
- Doporučené zdroje informací:
1. AXER M. et al., Modelling natural regeneration of European beech in Saxony, Germany: identifying factors influencing the occurrence and density of regeneration. 2021, European Journal of Forest Research, Open access

2. BÍLEK, Lukáš; KUPKA, Ivo; SLODIČÁK, Marian; NOVÁK, Jiří; BALÁŠ, Martin; REMEŠ, Jiří; VACEK, Zdeněk; PODRÁZSKÝ, Vilém; BLANCO ROMERO, Isabel; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Introduction to silviculture*. Prague: Czech University of Life Sciences, Faculty of Forestry and Wood Sciences, Department of Silviculture, 2016. ISBN 978-80-213-2701-6.
3. BOSE A. K. et al., Assessing the factors influencing natural regeneration patterns in the diverse, multi-cohort, and managed forests of Maine, USA. 2016, *Journal of Vegetation Science* 27(6): 1140-1150
4. KUPKA, Ivo; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA PĚSTOVÁNÍ LESŮ. *Speciální lesnické kultury*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2019. ISBN 978-80-213-2995-9.
5. KUPKA, Ivo; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA PĚSTOVÁNÍ LESŮ. *Základy pěstování lesa*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a environmentální, 2005. ISBN 80-213-1308-0.
6. KUPKA, Ivo; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Pěstování lesů I*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008. ISBN 978-80-213-1782-6.
7. KUPKA, Ivo. *Fundamentals of silviculture*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Lesnická fakulta, 2002. ISBN 80-213-0986-5.
8. SARVAŠ, Milan; KUPKA, Ivo; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Pěstování a výsadba krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2011. ISBN 978-80-213-2166-3.
9. VACEK, Stanislav; REMEŠ, Jiří; BÍLEK, Lukáš; PODRÁZSKÝ, Vilém; VACEK, Zdeněk; ŠTEFANČÍK, Igor; BALÁŠ, Martin; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Pěstování přírodě blízkých lesů*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2015. ISBN 978-80-213-2596-8.
10. VACEK, Stanislav; REMEŠ, Jiří; VACEK, Zdeněk; BÍLEK, Lukáš; ŠTEFANČÍK, Igor; BALÁŠ, Martin; PODRÁZSKÝ, Vilém; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Pěstování lesů*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2018. ISBN 978-80-213-2891-4.
11. VACEK, Zdeněk; VACEK, Stanislav; BÍLEK, Lukáš; BALÁŠ, Martin; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Základy pěstování lesů*. V Praze: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2020. ISBN 978-80-213-3043-6.

Předběžný termín 2022/23 LS - FLD
obhajoby:

Elektronicky schváleno: 29. 4. 2022
doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 31. 8. 2022
prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.
Děkan

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Vývoj přirozené obnovy na holé seči a pod porostní clonou na ŠLP Kostelec n. Č. 1.“ vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Iva Kupky a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V Roudnici nad Labem dne 5. 4. 2024

Podpis autora

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu prof. Ing. Ivu Kupkovi za odborné vedení diplomové práce a Lesům ČZU za umožnění provádění výzkumné činnosti.

Vývoj přirozené obnovy na holé seči a pod porostní clonou na ŠLP Kostelec nad Černými lesy

Abstrakt

Tato diplomová práce se zaměřuje na analýzu přirozené obnovy lesních ekosystémů v různých prostředích, konkrétně pod porostní clonou a na holých plochách v Lesích České zemědělské univerzity v Kostelci nad Černými lesy. Cílem bylo porovnat růst, vitalitu a biodiverzitu semenáčků v těchto odlišných podmínkách s využitím kvantitativního přístupu k analýze rozdílů v počtu semenáčků, jejich výškových třídách a vitalitě. Práce odhalila významné rozdíly ve zkoumaných parametrech, kde porostní clona podporovala lepší podmínky pro růst a vitalitu semenáčků oproti holým plochám. Statistické zpracování dat potvrdilo významné rozdíly v průměrném počtu a ve střední výšce semenáčků mezi oběma prostředími. Výsledky této práce přinášejí důležité poznatky pro lesní hospodářství a strategie obnovy lesa, zdůrazňují význam porostní clony pro podporu přirozené regenerace a nabízejí praktické informace pro efektivní řízení lesních ekosystémů v kontextu ochrany přírody a adaptace na klimatické změny.

Klíčová slova

obnova lesa, holina, clonná seč, mateřský porost, růst náletu

Growth of Natural Regeneration on Clear Cut Area and in Shelterwood system at Faculty Forest Area

Summary

This thesis focuses on the analysis of natural forest regeneration in different environments, specifically under canopy cover and on bare ground, conducted in the forests of the Czech University of Life Sciences in Kostelec nad Černými lesy. The aim was to compare the growth, vitality, and biodiversity of seedlings in these distinct conditions using a quantitative approach to analyze differences in seedling counts, their height classes, and vitality. The study revealed significant differences in the examined parameters, where canopy cover supported better conditions for growth and vitality of seedlings compared to bare ground. Statistical processing of the data confirmed significant differences in the average number and mean height of seedlings between the two environments. The results of this work provide important insights for forestry and forest restoration strategies, highlighting the significance of canopy cover in supporting natural regeneration and offering practical information for the effective management of forest ecosystems in the context of nature conservation and adaptation to climate change.

Keywords

forest restoration, clearcut, shelterwood cut, parent stand, growth of natural regeneration

Obsah

1	Seznam tabulek, obrázků a grafů.....	12
2	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	13
3	Úvod	8
4	Literární rešerše.....	9
4.1	Lesy ČZU	9
4.2	Vývoj lesa	9
4.3	Pojetí pěstování lesů, cíle pěstování lesů a jejich funkce	12
4.4	Stanovení vhodnosti stanoviště pro pěstování lesa.....	14
4.5	Druhá skladba lesa.....	17
4.6	Les přírodní a přírodě blízký	18
4.7	Hospodářské způsoby	20
4.8	Přirozená obnova lesních porostů.....	26
4.9	Přirozená obnova hlavních dřevin.....	28
4.9.1	Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)	28
4.9.2	Jedle bělokora (<i>Abies alba</i>)	29
4.9.3	Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>)	29
4.9.4	Dub letní (<i>Quercus robur</i>) a dub zimní (<i>Quercus petraea</i>)	30
4.9.5	Buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i>)	31
4.9.6	Javory (<i>Acer</i> sp.).....	31
4.9.7	Jasan ztepilý (<i>Fraxinus excelsior</i>)	32
5	Metodika	33
5.1	Sběr dat a jejich základní zpracování	33
5.2	Zpracování dat v programu Excel.....	34
5.3	Zpracování dat v RStudiosu a zvolené statistické testy	34
6	Výsledky.....	36
6.1	Kvantifikace a porovnávání dat.....	36
6.2	Statistické testování rozdílů mezi vzorky pod porostní clonou a na holině... ..	42
7	Diskuze.....	47
8	Závěr	51
9	Seznam literatury a použitých zdrojů.....	53
10	Seznam příloh.....	59
11	Přílohy.....	60

1 Seznam tabulek, obrázků a grafů

Graf 1	Procentuální zastoupení semenáčků v určitých stupních vitality pod porostní clonou ..	37
Graf 2	Procentuální zastoupení semenáčků v určitých stupních vitality na holé ploše	38
Graf 3	Procentuální zastoupení semenáčků ve výškových třídách pod porostní clonou	40
Graf 4	Procentuální zastoupení semenáčků ve výškových třídách na holé seči	41
Graf 5	Počty semenáčků v přepočtu na ha v závislosti na místě růstu	42
Graf 6	Střední výška semenáčků v závislosti na místě růstu	43
Graf 7	Počet semenáčků ve výborné vitalitě v závislosti na místě růstu	44
Graf 8	Počet semenáčků v dobré vitalitě v závislosti na místě růstu	45
Graf 9	Počet semenáčků v nevyhovující vitalitě v závislosti na místě růstu	46
Tabulka 1	Počty semenáčků a zařazení do výškových tříd pod porostní clonou	36
Tabulka 2	Počty semenáčků a zařazení do výškových tříd na holé ploše	37

2 Seznam použitých zkratk a symbolů

tzv.	tak zvaně
např.	například
př. n. l.	před naším letopočtem
m	metr
LVS	lesní vegetační stupeň
ČZU	Česká zemědělská univerzita

3 Úvod

Lesní ekosystémy představují klíčový prvek globálního ekologického systému, podílejí se na regulaci klimatu, zachytávají uhlík a jsou domovem nezměrné biodiverzity. V posledních desetiletích se však lesy po celém světě stávají stále více ohroženými v důsledku antropogenních činností, klimatických změn a přirozených katastrof. Tato diplomová práce se zaměřuje na přirozenou obnovu lesních ekosystémů, konkrétně pod vlivem porostní clony a na holých plochách. Cílem je posoudit, jak různé podmínky prostředí ovlivňují růst, vitalitu a rozmanitost semenáčků. S ohledem na význam udržitelného lesního hospodářství a ochrany přírodních ekosystémů je nezbytné rozumět procesům, které stojí za přirozenou regenerací lesů. Proto se tato práce zaměřuje na kvantifikaci a porovnávání různých aspektů růstu semenáčků, včetně jejich počtu, zařazení do výškových tříd a vitality, v rámci dvou zásadně odlišných prostředí: pod porostní clonou a na holé ploše.

Klíčovou metodou analýzy bylo shromažďování dat o počtech a výškových třídách semenáčků na různě ošetřovaných plochách, doplněné o hodnocení vitality semenáčků na základě procentuálního zastoupení v určitých kategoriích. Výsledky byly podrobeny statistickému zpracování, včetně Welchova dvouvýběrového t-testu, s cílem odhalit významné rozdíly mezi skupinami. Cílem práce je přispět k lepšímu pochopení dynamiky přirozené obnovy lesů a poskytnutí doporučení pro praxi lesního hospodářství, tedy jak efektivně podporovat a řídit regenerační procesy v lesních ekosystémech. S hlubokým porozuměním procesům, které řídí přirozenou obnovu, můžeme lépe plánovat a implementovat strategie pro zachování a ochranu lesních ekosystémů pro budoucí generace.

4 Literární rešerše

4.1 Lesy ČZU

Lesní správa Lesů České zemědělské univerzity (ČZU) v Kostelci nad Černými lesy představuje příklad dlouholetého závazku k ochraně a správě lesních ekosystémů, s historií sahající až do roku 1935. Správa se stará o rozsáhlé území o celkové velikosti 7 000 ha, z čehož 5 000 ha tvoří vlastní lesní pozemky a dalších 2 000 ha jsou pozemky pronajaté. Významným příspěvkem k ochraně biodiverzity a přírodního dědictví je péče o národní přírodní rezervaci Voděradské bučiny, která se rozkládá na ploše 684 ha a je považována za jeden z nejcennějších bukových lesů v regionu. Lesy ČZU nejenže se věnují ochraně a správě lesních ekosystémů, ale také podporují výzkumné a vzdělávací aktivity zaměřené na studium lesních ekosystémů, udržitelné lesní hospodářství a ochranu přírody. Spolupráce s místními komunitami a zapojení veřejnosti do procesů ochrany přírody jsou klíčové pro budování vztahu mezi lidmi a lesy a pro podporu udržitelného rozvoje a ochrany přírodního dědictví.

4.2 Vývoj lesa

Lesní ekosystém je jeden z nejsložitějších ekosystémů, který se vyvíjel mnoho let. Často byl vývoj lesa přerušen a již rozvinutý ekosystém musel začít znovu. Poslední doba ledová způsobila úplné zastavení a rozvrácení jeho vývoje. Po ústupu ledovců se pomalu obnovoval lesní ekosystém. Následné osidlování krajiny dřevinami se nazývá fylogenetický vývoj lesa. Lesy by v dnešní době měly dosti jiný charakter, kdyby do vývoje nezasáhl člověk. Byla by zde odlišná druhová, věková a prostorová struktura, která by byla ovlivněna právě fylogenetickým vývojem lesa. Postupným ústupem ledovců a s tím souvisejícím oteplováním, bylo umožněno lesním dřevinám rozšíření dále na sever. Krajina střední Evropy byla obsazena dřevinami z refugií jihozápadní a jihovýchodní Evropy. Rozdílná refugia jsou jedním z důvodů, proč musíme odlišovat reprodukční materiál z oblasti Hercynika a z Karpatské oblasti. Dalšími důvody rozdělení na hercynskou a karpatskou oblast jsou různé

přístupové cesty a také nejrůznější překážky. Nejvýznamnější roli v rozdělení oblastí hrály vysoké hřebeny hor (Kupka 2005).

Fylogenetický vývoj ovlivňoval krajinu až do dob, kdy les začal značně přeměňovat člověk. Od poslední doby ledové a ústupu ledovce rozlišujeme několik období ve vývoji lesa. Abychom mohli úspěšně pěstovat les, je zapotřebí dobře znát fylogenetický vývoj lesa. Po poslední době ledové v pozdním glaciálu (12 000–8 300 př. n. l.) se zde vyskytovala lesotundra a chladné stepi. Klima bylo chladné, subarktické. Úhrn srážek byl na nízké úrovni. Dřevinná skladba byla bohatá na velice odolné a nenáročné dřeviny jako jsou vrby, břízy (*Betula pubescens* a *Betula nana*), osiky, jeřáby především *Sorbus aucuparia* a keře. Ke konci pozdního glaciálu se oteplilo a začaly se vyskytovat i borovice. Následovalo období zvané preboreál (8 300–6 800 př. n. l.). Z důvodu dalšího oteplení měla krajina již lesnatý charakter, kde dřevinou skladbu tvořila borovice (*Pinus sylvestris*), bříza (*Betula pubescens* a *Betula verucosa*), osika, jeřáb a vrba. V karpatské oblasti ve stejném období expanduje smrk, který vytlačuje původní modřín a borovici limbu do existenčně horších oblastí. V následném boreálu (6 800–5 500 př. n. l.) došlo k výraznějšímu zvýšení teplot, ale také srážek. Důsledkem změny klimatu se v původních dřevinných skladbách objevily další druhy jako dub, jilm, lípa, javor a líska. Nízké polohy obsazují smíšené doubravy. Starší a mladší atlantikum (5 500–2 500 př. n. l.) je ovlivněno vyššími teplotami a vyšším úhrnem srážek, jedná se o tzv. klimatické optimum holocénu. V největší míře dochází k rozšíření smíšených doubrav a v montánních polohách k expanzi smrku. V druhé polovině se objevuje buk. V dalším období fylogenetického vývoje zvaném subboreál (2 500–800/500 př. n. l.) došlo k razantnímu ochlazení, které vedlo k ústupu teplomilných listnáčů. Naopak velký rozmach zaznamenaly buk a jedle. Vznikají jedlobukové a bukojedlové porosty s minimálním podílem smrku, který ustupuje do ústraní. Na strukturu lesa začíná mít výraznější vliv člověk. Ve starším subatlantiku (800/500 př. n. l.–600/1200 n. l.) je klima téměř podobné se současným. Druhovú skladba je velice pestrá jako věková a prostorová struktura. Maximálně se rozšiřuje jedle, buk a smrk. V nížinách převládají smíšené listnaté porosty a v montánních polohách prosperují jehličnaté smíšené porosty. Převládající dřevinná skladba představuje původní a přirozené složení lesa a lesních ekosystémů z pohledu současnosti. Mladší subatlantikum (600/1200 n. l. – současnost) je z hlediska klimatu stále s občasným kolísáním. Nastává velkoplošné odlesňování ve prospěch zemědělské půdy. Odlesňuje se i na místech s nerostným bohatstvím, kde se rozvíjí důlní činnost a později průmyslová

činnost. Velkoplošné odlesnění a následný nedostatek dřeva vedl na konci 18. století k výsadbám jehličnatým monokultur na obrovských území. Nejdříve se vysazovala především borovice, kterou následně nahradil smrk (Kupka 2008).

Po destrukci porostu mýtní úmyslnou těžbou, větrnými, hmyzími nebo jinými přírodními silami nastává stav, který můžeme nazvat ontogenetický vývoj lesa. Postupně porost prochází třemi fázemi. U přípravné fáze obsazují vzniklé paseky slunné dřeviny, nazývané pionýrské nebo přípravné. Dokážou obsadit bezlesé území, kde se dobře uchytí a začnou rychle růst. Mezi pionýrské dřeviny patří především bříza, olše, osika, borovice i keře. Rychlý růst a rychlý rozklad humusu napomáhá k obnově mikroklimatu lesa. Druhou fází je fáze přechodná. Zde se pod přípravnými dřevinami začínají uchycovat klimaxové dřeviny. Nové semenáčky by bez ochrany pionýrských dřevin na volných plochách z velké míry neuspěly. Vzniklá etáž klimaxových dřevin dorůstá dřeviny přípravné, které později přeroste a většinu z nich potlačí. Klimaxový zápoj znemožní přirozenou obnovu slunných dřevin. Ty se v zastíněném prostředí nedokážou prosadit. Poslední fáze je klimaxový les, který je různověký a navíc výškově a prostorově diferencovaný. Klimaxové lesy jsou stabilní lesní ekosystémy s vysokou produktivitou a vysokou odolností (Kupka 2008).

Přirozené lesy, které jsou definované jako porosty nedotčené lidskou činností, tedy pralesy v pravém slova smyslu, již více méně neexistují. Rozlišujeme 2 kategorie přirozených lesů, lesy přírodní a lesy přírodě blízké. Přírodní lesy vznikly přírodními procesy a přirozeně se obnovují. Lidská činnost je zde prakticky vyloučena. Lesy přírodě blízké disponují původní dřevinou skladbou. Prostorově a věkově jsou však odloučeny od přírodního lesa. Lze je rozdělit na autochtonní s původními a přirozeně obnovenými ekotypy a allochtonní, kde jsou již vtroušeny i nepůvodní ekotypy. Přírodní les za svůj cyklus projde třemi fázemi. Jednotlivé fáze na sebe navazují a v reálném lese se překrývají. Za první fázi označujeme dorůstání neboli vzestup. V této části dřeviny vykazují velký přírůst. Mortalita jedinců je minimální. Objevuje se zde značná vrstevnatost a komplikovaná vnitřní struktura. Následuje fáze optima, která trvá poměrně dlouho a maximalizuje se porostní zásoba. Je charakterizována nižšími počty stromů na jednotce plochy a přírůst je v této fázi na minimu. Vnitřní uspořádání porostu je jednoduché. U poslední fáze rozpadu se výrazně zvyšuje mortalita přestárých jedinců a dochází k poklesu porostní zásoby. Vzniklé prostory po rozpadu starých stromů poskytují příležitost pro uchycení přirozené obnovy klimaxových dřevin. V ten moment se začíná rozvíjet složitá struktura porostu (Kupka 2005).

4.3 Pojetí pěstování lesů, cíle pěstování lesů a jejich funkce

V České republice jsou lesy považovány za národní dědictví. Jsou součástí životního prostředí, kde mají svoji nezastupitelnou funkci. Hercynský masiv převládá na většině území. Nížiny a roviny na severu jsou tvořeny křídovými sedimenty, které bývají obohaceny o pískovcová skalní města a čedičové vrchoviny. Odvodnění zajišťuje řeka Labe. Východní území České republiky spadá do karpatského geomorfologického systému. Hranice republiky jsou tvořeny horami. Převažuje mírné klima ovlivněné oceánským a kontinentálním klimatem. Proměnlivé počasí je ovlivněno nadmořskou výškou, polohou a převládajícími západními větry. Roční úhrn srážek se pohybuje mezi 400–1 500 mm a déšť je zde jediným dostupným zdrojem vody. Území bylo dříve celé pokryto lesy, kromě skal a nejvyšších poloh. Nyní jsou lesy obhospodařovány s důrazem na mimoprodukční funkce jako je hydrická a klimatická, protierozní, sociální funkce a ochrana přírody. V České republice se hospodaří udržitelným způsobem s cílem splnit všechny environmentální funkce (Bílek et al. 2016).

Pěstování lesů je nyní spojeno s mnoha způsoby, jak porost pěstovat a jak v něm dále hospodařit. V minulosti se lesní hospodaření zaměřovalo především na pasečný způsob hospodaření, výsadbu monokultur a výchovné zásahy v podúrovni. Tento způsob hospodaření je již překonán a lesnictví se zaměřuje spíše na diferencované porosty. Plochy by měly být výškově, věkově, tloušťkově a především druhově rozrůzněné tak, aby splňovaly danou různorodost. Je zapotřebí skloubit dohromady aspekt ekologický i ekonomický. Pouze při jejich propojení je možné naplnit ekosystémové a společenské potřeby. Převládání jediného aspektu by vedlo k mnohým problémům. Upřednostněním ekologie vznikne v ekonomické sféře problém nedostatku stavebního dřeva. V opačném případě, tedy posilněním ekonomiky, může dojít k poškození vzácných a nenahraditelných lesních ekosystémů. Je proto velice důležité, aby kvalifikovaný lesní hospodář našel synergii v těchto směrech. Cílem je uspokojit veškeré potřeby a funkce, které lesní ekosystém nabízí. Ve společnosti nelze počítat pouze s koncepcí přírodního lesa z výše zmíněných příkladů. Důležité je přijmout myšlenku přírodě blízkého hospodaření. Toto pěstování lesa je dokonalým kompromisem s vysokým ekologickým potenciálem a zároveň propojení s produkčními vlastnostmi lesa (Vacek et al. 2022).

Lesní hospodářství bylo chápáno jako součást zemědělství, což vedlo ke vzniku monokultur. Jelikož zemědělská výroba pracuje s krátkou produkční dobou a pěstováním jednoho druhu rostlin na určité ploše, mohlo se stát, že hospodaření v lese mělo tendenci ke vzniku plantáží. Lesní porost je ale komplikovaný a různorodý ekosystém. Nelze ho pěstovat podobnými způsoby, které jsou známé v zemědělské rostlinné produkci. Při pěstování lesa je zapotřebí vzít na vědomí všechny biologické aspekty, které nám pomůžou pochopit les jako takový. Pochopením se můžeme vyhnout zbytečným vkladům dodatečné energie. Využití poznatků o vývoji přírodních lesů nám pomůže při obnově porostu, péči o semenáčky z přirozené obnovy a jejich následné péči, jako je výchova mladých porostů. U pěstování lesů je tedy důležité, abychom dosáhli spojení základních lesnických oborů. Jedná se o lesnickou botaniku, zoologii, pedologii, klimatologii, rostlinnou fyziologii a nauku o lesním prostředí (Vacek et al. 2020).

Zdravé a ekologicky stabilní lesy jsou považovány jako cíl pěstování. Měli bychom dosáhnout trvalé produkce nejvyššího dostupného objemu dřeva v ideální vysoké kvalitě, dále dalších produktů lesa a nezapomenout na mimoprodukční funkce. Na tyto funkce je v dnešní době brán širší veřejností značný zřetel. Je tedy nutné skloubit dohromady všechny tyto funkce za současného zlepšování produkčního potenciálu stanovišť (Vacek et al. 2006). Jedním z hlavních cílů produkce bývá těžba dřeva a také jak uvádí (Vacek et al. 2020) optimální efekt všeobecně prospěšných funkcí lesa. V lesích střední Evropy dochází většinou ke kombinaci výnosového a nevýnosového hospodaření. Ve stejném území je dosti zmiňován pojem trvalost. Pojem lze definovat z několika různých hledisek. Jedná se například o trvalost stanovištního potenciálu, trvalost dřevní produkce a mimoprodukčních účinků či trvalost nejvyšších peněžních výnosů a trvalost lesního podniku.

U stanovištního potenciálu je důležité zajistit biologicky zdravé a stanovištně vhodné hospodářské lesy. Zajištění těchto funkcí závisí na důsledném odstraňování zdravotně slabých jedinců nebo poškozených jedinců. Mezi další činnosti patří přestavba porostů ze stanovištně nevhodných dřevin na vyhovující porosty s vhodnými dřevinami. Zajistí se tím kvalita a prosperita lesů (Mikeska, Vacek 2006).

Výše porostní zásoby, dimenze a jakost dřeva jsou zásadní pro zajištění trvalosti dřevní produkce a mimoprodukčních účinků. Dalším aspektem je pěstebně technická realizovatelnost těžby. Zde je zapotřebí nalézt vhodné větší komplexy mýtních porostů s možností obnovy. A v poslední řadě důležitá trvalost mimoprodukčních funkcí lesa (Vacek, 2007).

Druhová skladba, optimální doba obmýetí, dokonalý poměr základní dřeviny a melioračně zpevňujících dřevin hrají důležitou roli v trvalosti nejvyšších peněžních výnosů. Do zmíněných podmínek je zapotřebí integrovat prioritu hospodaření, kterou nelze zanedbávat. Posledním hlediskem je trvalost lesního podniku. Sem bychom mohli zařadit omezování bezlesí, rekonstruování porostů, které vykazují slabý kvantitativní, ale i kvalitativní přírůst. Mezi další pěstební opatření patří nahrazení monokultur, druhově bohatými smíšenými lesy vhodné druhové skladby na daném stanovišti. A nakonec dostatečné zpřístupnění porostů vedoucí k rovnoměrnému zatížení těžbou ve větších porostních skupinách. Výše uvedená hlediska spolu vzájemně souvisí a je vhodné je zahrnout do tzv. komplexně pojaté trvalosti. Bohužel se nikdy nepodařilo tuto myšlenku integrovat do všeobecné platnosti. K prosazení dané myšlenky přispívají z historického hlediska stavy nouze jako např. nouze o dřevo, mimoprodukční funkce lesa, či o lesní porost samotný. Pro lidskou společnost je nyní dosahovaný výnos přínosnější, než výnosy budoucí (Vacek et al. 2022).

4.4 Stanovení vhodnosti stanoviště pro pěstování lesa

Lesní porosty rostou na mnoha rozrůzněných stanovištích. Vzhledem k různorodosti jednotlivých oblastí, kde roste les, je důležité, abychom správně určili daný lesní vegetační stupeň, ekologickou řadu a lesní typ (Kupka, 2008). Veškeré tyto informace nám následně pomohou např. při výběru sazenic, při obnově nebo u výchovy porostu. Dle určeného typu stanoviště můžeme predikovat, jak se bude porost vyvíjet. Bude-li les na bohatém stanovišti, je možné předvídat, že autoredukce proběhne rychleji. V případě, že by porost rostl na chudém stanovišti, bude autoredukce pozvolná. Odůvodnění tohoto jevu spočívá v dostupnosti živin a vody. Naplní-li se podmínka dostatku všech živin a vody, jedinci geneticky přizpůsobení k rychlému růstu přerostou ty pomalejší. Následně je zastíní a eliminují. Když je naopak živin a vody nedostatek, pak i geneticky nejlépe založeným jedincům chybí síla k rychlému prosazení. Pomocí lesních typů, lesních vegetačních stupňů a ekologických řad lze do jisté míry tyto jevy předvídat a přizpůsobit tomu hospodaření v daném porostu (Vacek et al. 2020).

Lesní vegetační stupně, dále jen LVS, nám určují vertikální členitost rostlinstva v závislosti na změnách mezoklimatu. Každý stupeň má svou odpovídající klimaxovou vegetaci. LVS nemají jasně stanovené hranice. Jsou ovlivněny makroklimatem, oceanitou nebo kontinentalitou klimatu, polohou, reliéfem, orientací svahu a mnoha dalšími vlivy. Lesní vegetační stupně charakterizujeme do devíti zonálních a jednoho azonálního. Jsou to: I. dubový, II. bukodubový, III. dubobukový, IV. bukový, V. jedlobukový, VI. smrkobukový, VII. bukosmrkový, VIII. smrkový, IX. klečový a nultý borový (Kupka et al. 2002).

V Dubovém LVS převažuje výrazně dřevina označující celou skupinu. V klimaxu především dub zimní. Mezi další dřeviny patří habr, dub pýřitý a v lužních lesích jasan úzkolistý. Druhým LVS je bukodubový, kde stále převažuje dub a v klimaxovém stádiu dub zimní. Buk je v tomto LVS pouze přimíšen s habrem. V některých případech je habr nahrazen lípou malolistou. Následuje třetí LVS dubobukový. Zde již převažuje buk a dub zimní. Habr a lípa jsou v tomto vegetačním stupni přimíšeny. Tam, kde se vyskytují oglejené půdy, můžeme nalézt i jedli. Bukový lesní vegetační stupeň je charakterizován převládajícím bukem v klimaxu. Na oglejených stanovištích buk ztrácí svoji dominanci a převládá jedle. Buk je hlavní dřevinou ve směsi s dubem, ojediněle s borovicí nebo smrkem. Pátým LVS je jedlobukový. Buk a jedli zde považujeme za hlavní dřeviny. Ustupujícími dřevinami jsou dub a habr. Tyto stromy se v pátém LVS spíše nevyskytují. Následujícím LVS je smrkobukový. Tvoří ho smíšený les jako klimaxové společenství. Hlavními dřevinami je buk, jedle a smrk. Vtroušeně se zde objevuje javor klen. Sedmý bukosmrkový lesní vegetační stupeň je charakterizován bukem, jedlí a smrkem, který zde již převažuje. Buk ve většině případech ustupuje do podúrovně a klesající zastoupení zaznamenáváme spíše u jedle. Ve smrkovém LVS převládá smrk a buk. Jedle zcela chybí. Výjimečně se může nacházet v podúrovni. V porostech můžeme nalézt vtroušený jeřáb. V klečovém lesním vegetačním stupni dominuje kosodřevina společně s vtroušenými jeřáby, břízami a také keřovitými vrbami. Smrk zde již není zastoupen. Posledním, ale azonálním lesním vegetačním stupněm, je borový LVS. Tento ekosystém ovlivňují specifické edafické podmínky jako chudé písky, sutě, skály nebo rašeliny. Tvarována jsou tato společenstva pouze výškovým klimatem, proto se jedná o azonální LVS (Kupka, 2005).

Dalším ukazatelem vhodnosti stanoviště je ekologická řada a edafická neboli půdní kategorie. Pomůže nám vyjádřit kvalitu stanoviště z hlediska půdního druhu, typu a jak je dané stanoviště zásobeno živinami. Rozdělujeme tři základní řady kyselou, živnou a oglejenou. Z důvodu dalších limitujících faktorů charakterizující stanoviště, bylo k základním ekologickým a edafickým řadám přidáno dalších pět řad. Jedná se o řady extrémní, exponované, podmáčené, rašelinné a lužní. Nejprve budou charakterizovány tři základní řady. Půdy geneticky dobře vyvinuté s průměrnou občas i sníženou zásobou živin, které mají zhoršenou humifikaci, můžeme zařadit do kyselé řady. Tato řada se vyznačuje slabou odolností vůči degradaci. Přírozená obnova má na této edafické kategorii vysoký potenciál k uchycení, protože zabuřnění nebývá výrazné. Proti větru bývají porosty na těchto půdách stabilní. Živnou řadu tvoří též půdy dobře vyvinuté, ale minerálně jsou středně bohaté až bohaté a humifikace je příznivá. Půdy jsou odolné proti degradaci. Stabilita je u smrkových porostů snížena. Zabuřnění je snadné a většinou rychlé. Oglejenou řadu ovlivňuje především režim půdní vody. Hlinitá až jílovitohlinitá půda je charakteristická špatnou propustností vody. Špatná propustnost může způsobit zvláště v jarních měsících po období dešťů zamokření půdy, která v létě s výjimkou horských poloh vysychá a tvrdne. K dalším speciálním řadám patří extrémní řada, kam patří extrémní stanoviště na nevyvinutých nebo velmi slabě vyvinutých půdách. Vyskytuje se na hřebenech, příkrých občas i suťovitých svazích. Převládá zde půdoochranná funkce. Lesy, které osidlují tato stanoviště, jsou zařazeny do lesů ochranných. Exponovaná řada je souborem edafických kategorií a subkategorií, která není zařazena do schváleného typologického systému. Je sdružením funkce produkční i půdoochranné. Porosty jsou zařazeny jako lesy hospodářské a jsou jakýmsi přechodem mezi hospodářskými a ochrannými lesy. Podmáčená řada je charakterizována trvalým zamokřením minimálně spodní části profilu půdy. Mírným pohybem až stagnací podzemní vody vznikají nepříznivé formy humusu, které mají sklony k tvorbě rašelin. Rašelinnou řadu lze rozdělit na dvě subkategorie. Na chudou, která je charakterizována nepříznivým rozkladem organické hmoty a na subkategorii s příznivým rozkladem organické hmoty. Lužní řada bývá pravidelně nebo občas ovlivňovaná vodou ve formě záplav. Patří sem také stanoviště, která jsou obohacena proudící vodou a humusem (Kupka, 2008).

Dalšími z ukazatelů vhodnosti stanoviště pro pěstování lesa jsou lesní typ a soubor lesních typů. Jak definoval Zlatník (1956), lesní typ je soubor původních a změněných lesních biocenóz, jejich vývojových stupňů a také jejich prostředí, tedy biogeocenóz, které jsou

vývojově sounáležitě a mají stejné ekologické podmínky. Pro lesní typ jsou charakteristické kombinace významných druhů dané fytoocenózy, vlastnosti půdy, výskyt v terénu a pravděpodobná bonita dřevin. Je doplňován o poznatky, jak bývá proměňována fytoocenóza při vývojovém cyklu lesa a v případě degradačních stádií. Nadřazenou typologickou jednotkou je soubor lesních typů, který propojuje lesní typy se stejnou ekologickou příbuzností. Přiřazuje je ke stanovištím s hospodářsky významnými vlastnostmi. V edafoklimatické síti je soubor lesních typů určován edafickou kategorií a lesním vegetačním stupněm (Kupka, 2005).

4.5 Druhov^á skladba lesa

Druhov^á skladba charakterizuje složení lesa z hlediska druhů dřevin. Jedná se o jeden z důležitých předpokladů pro volbu druhů dřeviny budoucí obnovy lesa. Je zapotřebí porozumět několika základním pojmům v charakteristice a pochopit druhové skladby. Sem patří např. přirozená druhová skladba, cílová druhová skladba a závazný minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin (Kupka, 2005). Druhov^á skladba nám také určuje zastoupení jednotlivých dřevin v porostu. Společně s celkovou strukturou nám zásadně ovlivňují funkce lesních ekosystémů (Crow, 2002). Složení veškerých rostlinných druhů a dřevin nám v porostu ovlivňuje mikrostanoviště, biotop a cyklus živin v daném ekosystému (Carvalho, 2011). Druhov^é složení bývá ovlivňováno mnoha faktory jako například světelné podmínky (Ishii, 2010), teplota, vlhkost, topografie, půdní podmínky, pokryv vegetací, škody působené zvěří a ovlivňuje i konkurenci mezi jednotlivými dřevinami (Cavard, 2011). Porosty mohou být jehličnaté, listnaté nebo smíšené. Podle počtu stromů na jednotku plochy následně můžeme stanovit zastoupení jednotlivých dřevin (Vacek, 2022). Dřeviny, které tvoří porost, můžeme rozdělit na dřeviny hlavní, přimíšené a vtroušené. Poleno (2007) uvádí, že dřevina hlavní je zastoupena ve více jak 30 %, dřevina přimíšená je zastoupena v rozmezí 10 % – 30 % a vtroušené dřeviny jsou v porostu zastoupeny do 10 %.

Přirozenou druhovou skladbu lze definovat jako soubor přirozených lesních ekosystémů, které by se vyvíjely za současného klimatu nadále, kdyby do vývoje těchto společenstev nezasáhl člověk. Skladba byla odvozena pomocí několika způsobů, jako např. z písemných pramenů, které popisovaly les před jejím zmýcením. Dále byla

vydedukována ze zbytků přirozených lesů. V moderní době to byly pylové analýzy, které taktéž napomohly k rozklíčování přirozené druhové skladby. Pylové analýzy však narazily na problém s výskytem zachovaných pylů. Ty se nacházely jen na určitých lokalitách především na rašeliništích, které nevytváří typické stanoviště na území České republiky (Kupka, 2008).

V lesích České republiky byla přirozená druhová skladba značně pozměněna. Důvodem byly velké těžební zásahy v minulosti. Nastal obrovský zájem o dřevo. To vedlo k velkému odlesnění a také k následnému nedostatku dřeva. Protože byl dřeva nedostatek a poptávka zůstávala stále obrovská, došlo k masivnímu zakládání jehličnatých monokultur. Nové lesy tvořily nejdříve borovice, později byl vysazován především smrk. Někteří lesníci si však uvědomovali problémy, které by mohly nastat. Upozorňovali na možná úskalí, která rozsáhlé pěstování monokultur přináší, a snažili se o zachování listnatých nebo smíšených lesů. Také si uvědomovali možnou nestabilitu velkoplošných monokulturních porostů a prosazovali maloplošné, skupinové nebo až hloučkovité hospodaření (Kupka, 2005).

Cílová druhová skladba nám optimalizuje zastoupení dřevin v porostu tak, abychom v mýtním věku měli co nejlepší produkční a zároveň ekologické vlastnosti v daném porostu. Cílová druhová skladba je zakotvena v cílovém hospodářském souboru. V hospodářských doporučeních, která jsou vytvořena ke každému cílovému hospodářskému souboru, je také uveden maximální podíl smrku a borovice v porostu, nebo minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin. Maximální podíl smrku a borovice nám udává podíl, který je ještě funkčně a biologicky únosný v porostu. Daný maximální podíl by neměl být při hospodaření v lesích překročen (Kupka, 2008).

4.6 Les přírodní a přírodě blízký

V předešlé kapitole o vývoji lesa byl charakterizován přirozený les. Bylo uvedeno rozdělení na les přírodní a les přírodě blízký. Zmíněny byly i vývojové fáze a ontologický vývoj. V následující části bude pojednáno o základních znacích přírodě blízkého lesa, o využití poznatků z přírodě blízkých lesů v pěstování lesa a také o způsobech hospodaření v přírodě blízkých lesích. Lesy přírodní jsou ovlivněny nepatrně lidskou činností, nebo dokonce vůbec. Jejich cyklus probíhá přirozenou cestou za pomoci přirozené obnovy

a přirozeného rozpadu přestárých stromů. Vznik těchto porostů je výhradně zajištěn přírodními pochody. Protože jsou tyto lesy minimálně ovlivňovány člověkem, budou nyní upozaděny na úkor lesů přírodě blízkých. U nichž lze provádět pěstební a těžební zásahy (Kupka, 2005).

Lesy přírodě blízké si zachovávají víceméně původní dřevinnou skladbu, ale prostorová a věková struktura je narušena a porost je méně rozrůzněný, jak definuje Kupka (2005). Zachovává si tedy přirozenou druhovou skladbu nebo je alespoň dřevina hlavní z přirozené druhové skladby. Porost disponuje značnou biologickou rozmanitostí nejenom v dřevinách, ale také v bylinném nebo mechovém patře. Také společenstva hub, půdních mikroorganismů a fauny jsou dalšími indikátory přírodě blízkých lesů. Zlepšená vitalita lesa a celkově lesního prostředí zabezpečuje trvalost jak produkční, tak i ekologickou (Ching Liu et al. 2018). Přírodě blízký les je schopen plnit v určitých mezích i funkci socioekonomickou (Vacek, 2020).

Pokud se rozhodneme využívat polyfunkčně les jako přírodě blízký, je zapotřebí si uvědomit při stanovení cílů hospodaření v lese několik kritérií. Původní přírodní lesní ekosystém nám pomůže posoudit variabilitu přírodě blízkého lesa jak v prostoru, tak i v čase. Les se musí posuzovat jako celkový ekosystém a musí obsahovat princip autentičnosti a prvek dynamiky. Dalšími teoretickými kritérii jsou ekologická stabilita, biodiverzita a produktivita. Ekologickou stabilitou je myšlena odolnost porostu proti působení vnějších vlivů. Biodiverzita je dosažena v porostu různorodostí vnitrodruhové i mezidruhové, tudíž celkové pestrosti ekosystému. Dobrá produktivita bude zajištěna při dostatečném teple, světle a při dostatečném množství vody a živin. Podíl těchto faktorů může zásadně ovlivnit produkci, jejím zvýšením, snížením nebo zachováním na stejném bodě. Další podstatná kritéria z praktického hlediska jsou druhová skladba, věková struktura, prostorová struktura, zdravotní stav a vitalita. Druhová skladba bývá základním předpokladem pro přijetí přírodě blízkého lesa. Předpoklad pro deklaraci přírodě blízkého lesa je, že hlavní dřevina je zdravotně a v daném stádiu schopna pokračovat zdárně ve vývoji. Tedy zajistit reprodukci, produkci a také plnění mimoprodukčních funkcí lesa. Důležité je věkovou a prostorovou strukturu posuzovat ve větších celcích. Tyto struktury je potřeba směřovat k normalitě lesa, v lepším případě k přirozené věkové struktuře lesa a přirozené mozaice lesního porostu. Posouzení zdravotního stavu a vitality lze pozorovat pouze na potencionálním plnění produkčních a mimoprodukčních funkcí lesa. Zásadním cílem je neustále zlepšovat zdravotní stav, vitalitu a zvyšovat odolnost přírodě blízkých porostů (Vacek, 2022).

Při pěstování především kulturních lesů jsou aplikovány principy trvale udržitelného hospodaření. Tyto principy je možné zahrnout do určitých bodů. Oprostit se od péče jen o lesní dřeviny a začít pracovat s celým ekosystémem. Využít chřadnutí nebo poškození lesních porostů k přestavbě a vytvoření optimální struktury lesních společenstev. Zbavit se plošného a preferovat skupinové nebo až individuální hospodaření. Je také logické využívat spontánní procesy v lesních ekosystémech, jako příležitosti pro další vývoj. Volit šetrněji těžebně dopravní technologie a uvažovat o ekologicky a ekonomicky smysluplné dopravní síti. Tyto body jsou uplatňovány běžně v lesích na území České republiky. Jedná se o jakési minimum šetrného hospodaření v lesích. Zatímco přírodě blízký les je nadstavbou, kterou mají možnost zavádět všichni vlastníci lesa a lesníci. Je to nadstandardní systém, který pomůže zlepšit ekonomické i ekologické výsledky hospodaření (Vacek, 2023). Kromě pojmu přírodě blízké pěstování lesů, který použil například Haveraaen (1995). Jsou užívány i jiné termíny například ekologicky orientované pěstování lesů, pěstování lesů zaměřené na diverzitu, přírodně orientované pěstování lesů a další. Z výše uvedené skutečnosti je možné vyvodit, že existují mnohé výklady o přístupu a pojetí přírodě blízkého hospodaření. Jedná se o pružný systém hospodaření, který neuplatňuje složité způsoby a náročné pracovní postupy. Většina těchto komplikací je ponechána přírodním procesům (Vacek et al. 2023)

4.7 Hospodářské způsoby

Dříve byly dva základní hospodářské způsoby, které se dále dělily na formy pasečného způsobu a formy výběrného způsobu. Dnes můžeme definovat celkem čtyři hospodářské způsoby. Označují se jako způsob podrostní, násečný, holosečný a výběrný (Vacek, 2006). Holosečný způsob hospodaření má dvě formy velkoplošnou holou seč a maloplošnou holou seč (Vacek et al. 2022). Velkoplošná forma je omezena zákonem, kde je povolena maximální plocha holé seče a to 1 ha a šířka seče je jednonásobek průměrné výšky těženého porostu. na exponovaných stanovištích. Na ostatních stanovištích je povolen dvojnásobek průměrné výšky. Výjimkou jsou hospodářské soubory borové a lužní lesy, kde je možná holina do 2 ha bez ohledu na šíři seče. Další odlišností jsou nepřístupné horské svahy delší než 250 m, kde je holá seč povolena taktéž do 2 ha (Vacek a Podrázský, 2006). Při praktikování holosečného hospodářského způsobu dochází k razantním změnám ekologických podmínek.

Náhle se změní světelný a tepelný režim. Sluneční záření je za normálního stavu pohlcováno zelenými asimilačními orgány stromů, kde dochází k přeměně energie světelné na energii tepelnou. V případě odlesnění vyzařované světlo dopadá přímo na lesní půdu, kterou vysušuje a ohřívá. Vysychání a ohřev půdy závisí na několika faktorech. Například na nasycenosti půdy vodou nebo na množství hrabanky. Následný rozvoj vegetace na pasece je velice důležitý. Je zapotřebí, aby se nějaká vegetace uchytila a zabránila erozi půdy, nadbytečným odtokům živin a celkovému zpomalení odtoku vody. Nová vitální vegetace se ale stává následně konkurentem pro uchycení přirozené obnovy nebo pro zdárné odrůstání umělé výsadby. Je důležité dříve potřebnou vegetaci složitě zpomalovat v růstu. Holosečným hospodařením se také výrazně mění přírodní pochody vývoje lesa. Nastávají častěji kalamitní situace způsobené narušenou stabilitou monokulturních a stejnověkových porostů. Téměř veškeré dřevo, které porost vyprodukoval, je vytěženo. Při těžbách dochází k poškozování lesních půd, které jsou náchylnější k erozi (Vacek et al. 2020).

Výhodami velkoplošného holosečného hospodaření je například poměrně hodně dřeva na jednotku plochy nebo jednoduché dodržování zvoleného těžebního postupu. Příprava půdy se bude na ucelené holině aplikovat snadněji. Dalšími výhodami může být volba dřeviny při umělé obnově, kdy má lesník víceméně volnou ruku a má možnost využití i přípravného lesa z pionýrských dřevin. Nevýhody velkoplošného holosečného hospodaření jsou celkově ekologické. Při odlesnění velkých ploch nastává degradace půdy, která na dlouhých svazích může vést až k erozi. Dochází také k razantním změnám přírodních podmínek, jako je teplotní a světelný režim. Holoseč narušuje též krajinný ráz a výsadba stinných nebo citlivých dřevin je na holinách víceméně nemožná (Kulhavý et al., 2006; Foit et al., 1987; Polanský, 1955). Když už by lesní hospodář chtěl volit holosečný hospodářský způsob, bylo by vhodné les obnovovat maloplošnými prvky. Jedná se o seč okrajovou nebo pruhovou. Tyto seče jsou šetrnější k lesnímu ekosystému, ale stále u nich nalezneme mnoho nevýhod. Nejsmysluplnější možností, která se lesnímu hospodáři nebo vlastníku lesa nabízí, jsou skupinové seče neboli kotlíkové seče (Poleno et al., 2007). Skupinové seče lze dělit dle velikosti těžby na skupinové 0,1 – 0,2 ha, skupinkové 0,03 – 0,1 ha a nejmenší hloučkovité pod 0,03 ha. Pokud bychom vzali tyto seče, které jsou obklopeny matečným porostem, a zkoumali veškeré vlivy, kterými na plochu seče matečný porost působí, zjistili bychom, že termín holosečný způsob hospodaření je spíše zavádějící. Tyto formy maloplošné obnovy by bylo lepší spíše zařadit do nepasečných hospodářských způsobů (Vacek et al. 2022). Například v Rakousku se těžby do rozlohy 500 m²

zařazují do nepasečných forem hospodaření, jak uvádějí Schieler, Schadauer (1993). Vzniklé kotlíky většinou obsadí přirozená obnova. Pokud v některých místech zahyne, je třeba plochu doplnit silnými a vitálními sazenicemi. Skupiny by měly mít tvar obnovního kužele se širokou základnou. Tyto kužele se postupně rozšiřují, až se kompletně obnoví celý porost. V konečné fázi obnovy nám na ploše vzniknou ostrůvky starých stromů z matečného porostu. Jedná se o tzv. zalděné stromy, které je obtížné těžít, ale také vyklidit. Při těžbě zalděných stromů musíme počítat s jistým poškozením částí zmlazených porostů (Jaworski 2013). Kotlíková seč je pro přirozený nálet ideální, protože zajišťuje výtečné podmínky pro přirozenou obnovu její odrůstání (Tiebel, 2021; Felton et al. 2016). Na sušších stanovištích je kotlíková seč vhodným způsobem obnovy porostů, protože okolní matečný porost chrání vnitřní lesní mikroklima a podporuje růst nových semenáčků (Vacek et al. 2022).

Dalším hospodářským způsobem je násečné hospodaření. Tento způsob je již náročnější na odbornost lesního hospodáře. Je zapotřebí přemýšlet o mnoha různých faktorech, které mohou působit na porost i destruktivně. Důležitým faktorem je směr bořivých větrů. Seč musíme situovat proti směru tohoto faktoru. Dalším přírodním jevem je sluneční záření. Může být zvoleným směrem seče víceméně ovlivňováno. Existuje několik možností jak aplikovat násečný způsob. Základním způsobem je spojení holé seče se clonou sečí. V tomto postupu vzniknou dva okraje násečného porostu. Označují se jako vnější okraj, kde byla provedena holá seč a vnitřní, kde byla provedena clonná seč. Dalším způsobem je pouze clonná seč, která má dvě fáze a to tmavou a světlou. Prvním zásahem je tmavá seč, tedy slabý prosvětlovací zásah. Po tomto zásahu následuje další zásadnější prosvětlení. Nazývané světlá seč. V dalším pruhu se provede seč tmavá. Wágnerova obrubná seč je další formou násečného hospodářského způsobu, která využila postup obnovy stupňovitě nebo klínovitě. Při tomto postupu je zachována těžba holé seče. Plocha je pod určitým vlivem matečného porostu, a tudíž jsou zlepšeny místní ekologické podmínky (Vacek et al. 2022). Násečný způsob disponuje mnoha výhodami jako např. těžební postup, který není problematický jako v jiných postupech. Dochází ke zlepšení ekologických podmínek pro následné zmlazování. Použitím určitých modifikací jako je zvlnění okraje nebo odstupňování okraje, docílíme ještě lepší ekologické stability. Nevýhodou by mohla být poměrně krátká obnovní doba. Naopak na velkých plochách, kde lze uplatnit jen jediné východisko, bude příliš dlouhá obnovní doba. To zapříčiní, že bude v posledních fázích těžben přestárly porost, který už nemusí vykazovat dobrý hospodářský výsledek. Další spíše

ekonomickou nevýhodou je nízká flexibilita těchto porostů ve srovnání s fluktuací trhu, protože každá změna zvoleného těžebního postupu změní posloupnost daného způsobu obnovy (Vacek et al. 2020).

Podrovní hospodaření je dalším pasečným hospodářským způsobem. Nelze jej jasně definovat. Ukrývá v sobě postupy clonné seče. V některých případech a formách podrovního hospodářského způsobu i prvky výběrného lesa. Dané postupy formou výběru nelze zařadit do výběrného hospodářského způsobu. Do podrovního hospodaření lze s jistotou zařadit dvě odlišné formy - clonnou seč a pomístně skupinovitě clonné hospodaření. Jedním z hlavních způsobů clonné seče s mnoha modifikacemi je velkoplošná clonná seč. Tato forma se provádí v rozsáhlých porostech na velké ploše někdy i na celém oddělení. Těžba probíhá v několika fázích, které se zaměřují na postupné prosvětlování porostu. Prosvětlením se otevře prostor pro přirozenou obnovu. Jakmile je nálet zajištěn, přistoupí se k rychlému domýcení porostu z důvodu co největší eliminace škod na porostu. U těžebního postupu prováděného klasickým způsobem pro velkoplošnou clonnou seč, se těžba rozdělí do čtyř fází. Prvním postupem je přípravná seč. Nekvalitní jedinci jsou odstraňovány a zlepšují se podmínky pro potenciálně kvalitní jedince. Připravuje se prostředí pro přirozenou obnovu (Jurča, 1988). Druhou fází je seč semenná. Zde se provádí v aktuálním semenném roce těžební zásah. Prosvětlení je aplikováno pro celou plochu, aby bylo prostředí co nejpríznivější pro nálet. Třetí seč označujeme prosvětlovací. Podpoří růst náletu zvýšením prostupnosti světla. Poslední fáze je domýtná seč, která je z výše uvedených postupů ta nejrizikovější. Těžbou a následným vyklizováním bývá poškozeno velké množství zajištěného porostu. Vzniklé mezery je zapotřebí vysadit ideálně modřínem nebo javorem, klenem nebo jilmem horským (Vacek et al. 2022).

Velkoplošná clonná seč má mnoho dalších modifikací jako například okrajovou clonnou seč, pruhovou clonnou seč nebo clonnou seč skupinovitou. Obnova okrajové clonné seče probíhá od okraje porostu. Vytvářejí se clonné pruhy. Tato modifikace je vhodná pro obnovu všech dřevin kromě stinných. Pro ty je postup příliš pomalý z důvodu prodloužení obnovní doby porostu. Pruhová clonná seč je používána při obnově velkých porostů, které je třeba rozčlenit na menší porostní plochy. Základním obnovním prvkem skupinovitě clonné seče jsou skupiny nebo kotlíky. Tyto prvky bývají do porostu usazovány podle daného systému, aby bylo docíleno spojení v žebra. Kotlíkový postup by v porostu trval příliš dlouho, a proto se často kombinuje s dalšími obnovními postupy. Těmito prvky lze dosáhnout tvorbu nestejnověkých a často i smíšených porostů (Vacek et al. 2020).

Druhou významnou formou po velkoplošné clonné seči je pomístně skupinovitá clonná seč. Od skupinovitě clonné se liší tím, že zásahy se do porostu umísťují zásadně nepravidelně. Důraz je kladen na výběr. Díky tomuto principu vznikají v porostu různé skupiny s odlišným nástupem obnovy lesa. Vzhledem k vývoji pomístně skupinovitě clonné seče ve třech různých zemích se rozlišují tři způsoby obnovy lesa. Jedná se o bavorský způsob, švýcarský způsob a bádenský způsob. Tyto způsoby se liší pouze těžebními postupy. Bavorský způsob ještě preferuje skupinovitě seče, švýcarský má spíše výběrový charakter a u bádenského převládá charakter jednotlivého výběru (Vacek et al. 2020).

V předešlé kapitole byl definován přírodní a přírodě blízký les. Nyní bude uvedeno, jak se hospodaří v přírodě blízkém lese. Existuje několik variací, jak o přírodě blízký les pečovat. Jedná se o výběrné hospodaření a výběrný les, dalším postupem je les trvale tvořivý neboli Dauerwald anebo postup pěstování porostní zásoby. Výběrné hospodaření a výběrný les je jak uvádějí Saniga, Vencurik (2007) jakýsi vrchol přírodě blízkého hospodaření. Tento způsob inspiroval již v minulosti řadu lesníků, ale i dnes je pro lesní hospodáře zajímavý a žádaný. Termín výběrný les nebo výběrné hospodaření je však často zaměňován za jiné způsoby formou clonné seče. Jedná se tedy už o pasečný způsob hospodaření. Za důležité považujeme inspiraci poznatků z původních lesních ekosystémů. Je nutné zajistit v porostu dlouhodobý vývoj, aby mohl porost vykazovat kvalitativní a kvantitativní produkci, dobrou stabilitu, dostatečnou autoredukci či plynulou autoregeneraci. Tyto předpoklady bývají dosaženy ve stadiu dorůstání, kdy je porost už výškově, věkově a také dimenzemi stromů dostatečně rozrůzněn. Když už jsou živé stromy obsaženy ve všech třech výškových vrstvách, porost začíná být podobný „pralesu“. Důležitou jednotkou výběrného lesa je hlouček. Ten obsahuje všechny výškové vrstvy a dimenze stromů. Jedná se o celkově rozrůzněnou menší plochu, která obsahuje všechny fáze vývojového růstu. Těžba probíhá v tom smyslu, že je těžen pouze běžný periodický objemový přírůst. Z porostu se odstraňují stromy, které konkurují potencionálním kvalitním stromům výběrnou těžbou formou pozitivního výběru (Kovář et al., 2013). Z pohledu hospodářské úpravy lesa je výběrný les dosti komplikovaný. Postupem času byl v těchto lesích zaveden systém kontrolních metod. Tato metoda systematicky srovnává rozčleněné porostní zásoby od minimální stanovené tloušťky stromů. Několik významných pojmů, které jsou zásadními pro pasečné hospodaření, ustupuje ve způsobu výběrného hospodaření do ústraní. Například plocha je ve výběrném lese nepodstatná, slouží spíše jako rám pro hospodářskou úpravu a také jako bezpečný materiál pro statistická šetření. Dalším ve výběrném lese nepodstatným prvkem

je čas nebo věk. V lesích věkových tříd je věk zásadním ukazatelem, ale u výběrného lesa je bezvýznamný. Zásadním prvkem pro výběrný les je cílová tloušťka. Jeden časový prvek, který nám ve formě výběru pomáhá, je oběžná doba. Ta nám ukazuje, za jakou dobu se těžbou dostaneme zpět na výchozí pozici, kde výběrná těžba začínala (Vacek et al. 2022).

Veškerá těžba, která je ve výběrném lese prováděna, je vedena formou výběrné těžby. Ta nám zajišťuje v porostu těžbu výchovnou, formování struktury a také obnovu. Kdybychom nechali les bez jakéhokoliv zásahu, ztratil by charakter výběrného porostu. Nastala by nivelizace výškové struktury. Zanikly by příznivé podmínky z hlediska hustého zápoje a přeštíhlení jedinců. Cílem výběrného způsobu hospodaření je podpora obnovy, kvalitativní a kvantitativní výběr, výchova, formování struktury porostu, dle zadané cílové tloušťky, zralostní těžba a nahodilá těžba, která je vedena způsobem zdravotního výběru. Další formou výběrného hospodářského způsobu je les trvale tvořivý neboli Dauerwald. Tento způsob je obdobou výběrného hospodaření, spíše pro borové porosty. Zakladatelem této myšlenky trvale tvořivého lesa byl Möller. Bohužel Möllerovi myšlenky byly zamítnuty tehdejšími lesníky na sjezdu německých lesnických spolků v Salcburku roku 1925. Les trvale tvořivý měl trvale zakrývat půdu nejlépe smíšeným lesem. Zároveň měl trvale produkovat hroubí po celé ploše porostu. Nálet měl být vychováván pod clonou mateřského porostu. Preferovala se dostatečná porostní zásoba, která produkovala maximální přírůst, produkce a podpora cennějších jedinců a odstraňování horších stromů. Obnovní těžba by měla být nepřetržitá formou výběru nebo maximálně maloplošným způsobem. Forma pěstování porostní zásoby je dalším směrem, který je obdobou výběrného lesa. U této formy se hledí na strom jako na jedince. Byly rozlišovány tři způsoby obnovy, podle toho, jak bylo možné pečovat o porostní zásobu. První neumožňoval práci s porostní zásobou, kde by bylo možné využít holé seče. Druhý pracuje s porosty, které částečně umožňovaly péči o porostní zásobu. Zde bylo doporučeno provádět clonné seče a hospodaření nepasečným způsobem. Třetí způsob je stav, kdy je péče o porostní zásobu možná v maximální míře. Tady je doporučena skupinovitě clonná seč, výběr nebo Dauerwald (Vacek et al. 2023).

4.8 Přirozená obnova lesních porostů

Přirozená obnova se nejlépe ujímá v porostech, které byly těžené nebo prosvětlené formou clonné seče, skupinovitě clonnou sečí nebo výběrným způsobem. Avšak je možné nalézt přirozenou obnovu na holinách. Paseky nesmějí být však příliš velké, protože na velkých holinách se začínají razantně měnit klimatické podmínky, které jsou pro přirozenou obnovu nevhodné. Při holosečné obnově se na vzniklých plochách budou spíše prosazovat pionýrské dřeviny jako je bříza, osika, olše, jeřáb a ve výjimečných případech borovice a modřín. Dalším předpokladem pro uchycení obnovy jsou vhodné půdní podmínky. Půda by měla být dostatečně vyzrálá s dobrým vývojem humusu. Těžebními postupy můžeme ovlivnit biologickou přípravu půdy a regulovat rychlost rozkladu hrabanky (Vacek et al. 2022). Podpořit přirozenou obnovu můžeme i mechanickou přípravou půdy neboli zraňováním půdy. Při tomto způsobu dojde ke stržení drnu, narušení nadložní vrstvy surového humusu a dojde k promísení s minerálními vrstvami půdy. Mechanická příprava půdy by měla být situována do období semenných roků, abychom zajistili, co největší pravděpodobnost úspěšného uchycení a odrůstání přirozené obnovy (Kupka 2008). Nový porost vzniká z náletu semen z mateřského porostu (Blackbourn et al., 2004; Pokorný et al., 2003). Tento porost ovlivňuje následné uchycení a také vývoj nových semenáčků. Mateřský porost v případě obnovy clonnou sečí zastiňuje plochu pod sebou a udržuje příznivé mikroklima. Tyto faktory napomáhají novým stínomilným semenáčkům k uchycení a následnému odrůstání. Stín tolerantní dřeviny nalézají útočiště na okrajích mateřských porostů nebo i na holé seči poblíž zmíněného porostu. Na holině na ploše v částečném zástínu mateřského lesa dochází taktéž k ovlivnění podmínek pro růst semenáčků. Nedochází k tak velké evapotranspiraci. Sluneční záření zde nemá takový vliv jako na holé ploše dál od porostu. Poblíž mateřského porostu však může docházet k jevu nazývanému jako srážkový stín a semenáčkům se nedostává optimální příjem vody a jejich růst je tímto zpomalen (Kupka 2008).

Důležité je správně predikovat stav, kdy je ujímavost přirozené obnovy nejlepší. Pomůže nám k tomu například produkce semenného materiálu. Pozorováním můžeme zjistit období semenných roků, kdy můžeme predikovat velké množství semenného materiálu a přizpůsobit tomu hospodaření v daném roce. Je známo, že stromy, které jsou od sebe vzdáleny a mohou rozvinout svou korunu do šířky, mívají kvalitnější semena a plodí dříve. Úroda během let

značně kolísá. Vliv na to má mnoho faktorů např. teplota v době dozrávání, srážky v době opylování a pozdní jarní mrazy. Předpověď počasí by mohla být nápomocná při predikci množství semenného materiálu. V neposlední řadě, co ovlivňuje spíše uchycení a klíčení, jsou půdní podmínky (Kupka et al. 2002).

Nejlépe přirozená obnova odrůstá v kyselé edafické kategorii konkrétně v chladnějších oblastech středních a vyšších poloh. Tady mají semenáčky dostatek srážek. Dochází zde k nízké mortalitě. Obtížnější boj nastává v případech, když se nám obnoví stanoviště nevhodné dřeviny. Příkladem je smrk v nižších polohách. V nižších vegetačních stupních smrk trpí nedostatkem srážek. Jedinci jsou méně vitální a nekvalitní. Avšak stinné dřeviny jako buk a jedle dokáže i ve ztížených podmínkách přerůst či zahubit. V tomto případě je zapotřebí podmínky pro odrůstání smrku ještě ztížit. Udržování vysokého zápoje způsobí, že se smrku nedostává optimální přísun světla. Proto nastane jeho vlastní autoredukce a uvolňuje se prostor pro jedli a buk, kterým zastínění nevadí (Vacek et al. 2022).

Výhody přirozené obnovy můžeme hodnotit za předpokladu, že jsou splněny veškeré podmínky pro její uplatnění. Přirozená obnova zachovává v porostu, jak autochtonní, tak alochtonní populaci, která se na daném stanovišti produkčně a kvalitativně prosadila. Nepřímo je vyloučeno riziko, že bychom zvolili stanoviště nevhodný materiál. Dalšími výhodami může být přizpůsobivost mikrostanovištním poměrům, zachování vysoké genetické rozrůzněnosti a stabilnější vývoj náletu, který nebyl narušen od semenáčku (Brichta et al. 2020). Při velkém množství jedinců na ploše jsou škody zvěří méně významné. Odpadnou náklady na sadbu nebo síji. K nevýhodám bychom mohli přiřadit nepravidelnost produkce semen. U některých dřevin bývá semenný rok každé dva roky. Jedná se např. o borovici, ale u jiných druhů bývá perioda mnohem delší. Každý rok plodí bříza, habr, javor, lípa a olše. Je nutné podotknout, že všechny dřeviny plodí i mimo semenný rok, ale produkce je mnohem nižší. Další nevýhodou může být nerovnoměrná hustota semenáčků nebo přirozená obnova dřevin, které jsou zastoupeny jen v mateřském porostu (Vacek et al. 2020).

4.9 Přírozená obnova hlavních dřevin

4.9.1 Smrk ztepilý (*Picea abies*)

V České republice je pro smrk optimální nadmořská výška 550 – 1000 m. Není dřevinou striktně jednoho či dvou vegetačních stupňů. Na nadmořské výšce tolik nelpí. Důležité je pro něj především chladné kontinentální klima a dostatek vody v podobě srážek nebo i vody podzemní, pro kterou si je schopen sáhnout svým kořenovým systémem. V mládí snáší i větší zastínění. Není náročnou dřevinou ani z hlediska zásobení živinami. Při nedostatku může dojít k razantnímu snížení přírůstu a naopak při nadbytku živin nastává problém s častým napadením červenou hnilobou. Dalším houbovým parazitem je václavka (*Armillaria mellea*), která způsobuje hnilobu smrku na živiny bohatých půdách. Nemalý problém může nastat, když semenáčky odrostou a dostanou se nad sněhovou pokrývkou. V tu chvíli jsou ohroženy mrazem, větrem a někdy i fyziologickým prsuškem, který je způsoben transpirací. V období zmrzlé půdy je smrk ve vysokohorských podmínkách ohrožován extrémními klimatickými projevy počasí. Od 70. let také imisemi, které způsobily razantní poškození jedinců a pokles zastoupení tohoto druhu v horských polohách. V nižších oblastech je smrk smíšen s jedlí a bukem. Přírozená obnova se dařila v kombinaci s násečným způsobem hospodaření. Ojedinele se objevila přírozená obnova buku s jedlí. Avšak vysoké stavy zvěře způsobovaly rychlý zánik nadějně směsi dřevin, ze které zůstal pouze smrk. Je vhodnou dřevinou při uplatňování přírodně blízkých postupů v pěstování lesa. Volba maloplošného podrovního hospodaření využije úplný produkční potenciál smrku. V šestém vegetačním stupni smrk společně s bukem a jedlí vytváří výbornou směs dřevin pro uplatňování výběrné formy hospodaření. V oblastech, kde není přírozený areál smrku, především v Polabské nížině, se ochotně zmlazuje a vytváří husté nálety. Četné porosty semenáčků projdou následnou autoredukci. Smrkové porosty z přírozené obnovy jsou v těchto polohách postiženy špatnou stabilitou. Potřebují výchovou a smysluplným výběrem zlepšit. V nízkých polohách je smrk vhodný jako zápojná dřevina. Není zapotřebí radikálně vyřazovat tuto dřevinu ze smíšených porostů nízkých poloh (Vacek et al. 2020).

4.9.2 Jedle bělokorá (*Abies alba*)

Jedle má produkční optimum v nadmořské výšce 500–900 m. Preferuje bohatší, čerstvě vlhké, ojediněle až mírně podmáčené půdy. Má vysoké požadavky na vzdušnou vlhkost. Označuje se jako dřevina s největší intercepcí. Je schopna zadržet 40 % – 80 % srážek. Příliš podmáčené půdy nebo velmi suchá stanoviště nejsou pro její pěstování vhodné. Je náchylná na pozdní mrazy, a když není pod ochranou mateřského porostu, značně strádá (Vacek et al. 2022). Mladé jedlové porosty bývají napadány korovnicí kavkazskou (*Dreyfusia nordmanniana*) a starší porosty napadá korovnice jedlová (*Dreyfusia piceae*) (Zúbrik 1994). Jedle je jedna z nejvýznamnějších dřevin při volbě podrostního hospodaření za účelem trvalé udržitelnosti. Nedostane se ale do pozice hlavní dřeviny, jelikož těžce přesáhne zastoupení přes 30 % (Podrázský et al. 2018). Jedle je stinná dřevina vhodná pro podrostní hospodářský způsob. Je ideální pro kotlíkové obnovní prvky, clonou seč, skupinovitě clonou seč nebo i pro výběr jednotlivých stromů. Aby byla zajištěna přirozená obnova jedle, je zapotřebí, aby zvěř byla zredukována na ekologicky únosné stavy. V mládí roste jedle velice pomalu a je důležité v případě, kdy se obnovuje i smrk, zajistit vysoký zápoj horní etáže, aby u smrku probíhalo dostatečné samopředění. Smrk může jedli posloužit jako částečná ochrana proti zvěři, ale nesmí jedli potlačit. Nejdůležitějším prvkem, aby přirozená obnova jedle zdárně odrostla, je funkční ochrana proti zvěři (Vacek et al. 2022).

4.9.3 Borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

Borovice se převážně váže na písčité stanoviště v některých oblastech i na vápencových skalách. Je to dřevina, která se dokáže výborně přizpůsobit místnímu klimatu a nevdá jí teplo, sucho ani nízké teploty. Dominuje především na extrémních stanovištích, na písčitém podloží, na vápencích a také v rašeliništích a skalnatých výchozech. Nejvíce borovice prospívá na hlubších půdách, které se vyznačují kyprostí a přiměřeným zásobením vody. Na jílovitých nebo hlinitopísčítých půdách je již znatelný menší vzrůst. Přirozená obnova borovice na plochách, kde je velký výskyt buřeně, je velice složitá. Například v Polsku se spíše využívá umělá obnova. V případě, že je plocha porostlá vřesem a borůvkou je velice obtížné zmlazení přirozenou obnovou. V tomto případě je vhodné provést mechanickou přípravu půdy, aby byl

porost borůvky a vřesu narušen. Vhodná stanoviště pro přirozenou obnovu jsou porosty pokryté mechy. Nejvhodnější je pro obnovu borovice holina, kam je borovice vysázena uměle. Přirozená obnova dává smysl na stanovištích fenotypově vhodných pro mateřský porost a tam, kde je možná úprava půdního prostředí. Pro borovici jsou vhodné i některé clonné způsoby hospodaření na chudých borových stanovištích. Na dostatečně vlhkých stanovištích dokáže vytvářet kvalitní směs se smrkem. Poměr dřeviny by měl být 70 % smrku a 30 % borovice. Při zvýšení poměru borovice začne smrk ustupovat do podúrovně. Při skupinovité clonném způsobu se obě dřeviny dokáží přirozeně obnovovat, pokud převažuje podíl smrku. Borovice se začne obnovovat později, ale náskok smrku růstově dožene (Vacek et al. 2020).

4.9.4 Dub letní (*Quercus robur*) a dub zimní (*Quercus petraea*)

Duby se vyskytují od I. LVS do IV. LVS. Jedná se o stanoviště, která jsou bukem přenechány právě dubům. Jedná se spíše o sušší stanoviště nebo naopak na pseudoglejích, kde se buk nevyskytuje. Přirozená obnova není u dubu tolik úspěšná jako u ostatních dřevin. Je to způsobeno většinou silným zabuřeněním v porostu. Dalším zásadním problémem u přirozené obnovy dubu je stejně jako u buku zvěř. Ta je schopna většinu žaludů zkonzumovat a do fáze klíčení se dostane jen minimum plodů. Žír plodů je zaznamenán nejvíce u myšic, norníků rudých a v poslední řadě u černé zvěře. Na stromech jsou plody sbírány ptáky a veverka. Dub je slunná dřevina, která potřebuje pro svůj růst dostatek světla. V případě přirozené obnovy v hustém zápoji se semenáčky rychle ztrácí vlivem nedostatku světla. Příprava půdy není pro duby nutná. Jedině na suchých stanovištích, kde můžeme přípravou půdy zlepšit vodní režim povrchových půdních vrstev. Aby byla obnova dubu úspěšná je zapotřebí duby doplnit jinými dřevinami do směsi. Vhodné jsou stinné dřeviny, jako je například buk. Možné je také přidat habr, lípu nebo jilm. Je nutné si uvědomit hlavní cíl, a to obnovu dubu. V opačném případě by mohly být přimíšené dřeviny pro dub velkou konkurencí. Z hlediska obnovních způsobů je pro dub vhodný násečný hospodářský způsob nebo kotlíkové obnovní prvky. Dalším vhodným způsobem je holá seč s umělou výsadbou, kde jsou pro dub zajištěny dostatečné světelné podmínky a stromky jsou méně náchylné k napadení padlím dubovým (*Erysiphe alpthoides*) (Vacek et al. 2022).

4.9.5 Buk lesní (*Fagus sylvatica*)

Dřevina vyhledávající čerstvě vlhké, minerálně bohaté půdy. Je náchylný na sucho a pozdní mrazy. Preferuje trvalé zastínění i v pozdním věku. Optimum se nachází ve IV. LVS. Obsazuje však II. - VII. stupeň LVS, ale jeho kvalita a vitalita se v daných stupních mění. Přírozená obnova u buku je velice úspěšná, protože zastínění nečiní buku žádný problém. Jedná se o velice vhodnou dřevinu do porostů obhospodařovaných podrobným způsobem nebo výběrem. Na velkých holinách, kde je vystaven přímým klimatickým podmínkám, často hyne. Nepravidelná fruktifikace je zásadním problémem v produkci bukvic pro přirozenou obnovu. Dalším nebezpečím jsou ptáci a savci, kteří se živí bukvicemi a až 90 % plodů dokáží zkonzumovat. Plíseň (*Phytophthora cactorum*) napadá velké množství bukvic. V případě, že je půda silně zabuřená nebo je na ní silná vrstva listí, znemožní plodům buku dostat se ke klíčovému substrátu. Ty na povrchu vyschnou nebo je zkonzumuje zvěř. Pro zlepšení podmínek je vhodné zvolit přípravu půdy a strhnout drn nebo velké množství listí. Je důležité pracovat se světelnými poměry. Lesní hospodář by neměl do porostu pustit světla příliš, protože by došlo ke zvýšení počtu vegetace dvojnásobně. V případě příliš velkého zástínu nedochází ke správnému rozkladu hrabanky a začne se zhoršovat acidifikace. Největším problémem jsou tedy obrovské ztráty semenného materiálu v prvním zimním období. Pro podporu přirozené obnovy je nutné provést smysluplnou přípravu půdy (Vacek et al. 2020).

4.9.6 Javory (*Acer* sp.)

Domácími druhy javorů v České republice jsou javor klen (*Acer pseudoplatanus*), javor mléč (*A. platanoides*) a javor babyka (*A. campestre*). Z hlediska výškové polohy zaujímá javor klen nejvyšší stanoviště, javor mléč zaujímá střední polohy a babyka se nejvíce vykytuje v teplomilných doubravách. Náročnost javorů na půdu je poměrně velká. Vyžadují dostatek živin a bází. Nároky na vlhkost jsou ovšem rozdílné. Javor klen potřebuje stanoviště dobře zásobené vodou, ale nesnáší trvalé zaplavení. Mléč je ještě náročnější vzhledem k potřebě vody. Dokáže snést i těžké půdy se střídavou vlhkostí. Babyka je z ostatních javorů nejvíce tolerantní a vyhovují jí jak vlhké půdy luhů, tak sušší teplomilné doubravy. Z pohledu světelné náročnosti snášejí javory v mládí zastínění. Později se babyka a mléč orientují mezi slunné a stinné

dřeviny. Klen je již zařazen do polostinných dřevin. Vzhledem ke své toleranci na zastínění v mládí jsou javory schopny se přirozeně obnovovat. Z produkčního hlediska si nejlépe vede javor klen, který je velmi cennou dřevinou a jeho přirozená obnova je bez výrazných problémů. Zvěř, která působí klenům poškození okusem, je nejnebezpečnější. Mlč není hodnotově tolik významný jako klen, ale je vhodnou a žádanou příměsí doubrav pro svou dobrou přirozenou obnovu. Babyka je hodnotově i významově pro porost velmi podobná mlči a později zůstává pouze v podúrovni (Vacek et al. 2022).

4.9.7 Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)

Rozlišují se dva ekotypy nížinný a podhorský. Dosahují do nadmořské výšky až 800 m. Jasan je dřevina smíšených lesů. Jasanové monokultury této dřeviny příliš nesvědčí a nejsou vhodné ani pro následnou přirozenou obnovu, protože řídké čistě jasanové porosty rychle zarůstají buřím. Mladé semenáčky výborně snášejí zastínění, později ale potřebují hodně slunečního svitu a dochází k výraznému přirozenému prořídnutí. Je velice vitální dřevinou, která dobře odrůstá jak v zástínu, tak i na holé ploše. Je schopna při velkém zastoupení z plochy vytlačit dub i buk. V posledních letech mají jasanové porosty problém s napadením houbovou chorobou, která se nazývá (*Chalara fraxinea*). Tato houba omezila zásadně pěstování jasanů a většina porostů bude zdecimována (Vacek et al. 2022).

5 Metodika

5.1 Sběr dat a jejich základní zpracování

V průběhu měsíců srpen, září, říjen a listopad byla sbírána data na lesních pozemcích Lesů ČZU. V porostech bylo vytyčeno celkem 12 zkusných ploch o výměře 1 ar. Plochy byly vybrány na srovnatelných edafických kategoriích. Semenačky byly počítány a následně měřeny výsuvnou měřicí latí. Každý semenáček byl změřen od země k nejvyšší části rostliny a výška byla zapsána do připravené tabulky. Ze všech výšek na dané ploše byla vypočítána střední výška, s kterou se následně pracovalo ve výpočtech. Počty jedinců na dané ploše se zapisovaly také do vytvořené tabulky. Celkové množství semenáčků na ploše 1 ar se následně přepočítalo na jeden hektar vynásobením 100. Jednotlivé semenáčky byly zařazeny do výškových tříd v intervalu po 30 cm. Rozsah výškových tříd byl od 0 cm do výšky 300 cm. Zařazené stromky byly následně analyzovány z pohledu rozložení do jednotlivých tříd (Duryea, 1984).

Dále byla hodnocena celková vitalita semenáčků. Ta byla rozdělena do třech stupňů výborná, dobrá a nevyhovující. První stupeň zahrnuje zdravé a silné semenáčky s rovnoměrným růstem a dobře vyvinutými asimilačními orgány. Je možné do tohoto stupně zahrnout jedince s žádnými nebo minimálními vadami. Do druhého stupně byly zařazeny mladé stromky, které vykazovali slabé známky stresu. Asimilační orgány byly většinou bez významného poškození. Do třetího nevyhovujícího stupně byly zařazeny semenáčky s významným stresovým působením jako například žloutnutí nebo uvadání jedinců. Růst byl u těchto stromků značně zpomalený a mohli by se objevovat různé choroby anebo napadení škůdci (Kimmins, 2003).

5.2 Zpracování dat v programu Excel

S nasbíranými daty bylo důkladně pracováno s využitím programu Excel. Nejprve jsme provedli výpočty středních hodnot, což nám poskytlo přehled o průměrných hodnotách výšek semenáčků a jejich vitality. Následné zpracování bylo zaměřeno na procentuální zastoupení semenáčků v různých výškových třídách, abychom lépe porozuměli růstu semenáčků v různých výškových úrovních. Dalším krokem v analýze dat v Excelu byla kvantifikace vitality semenáčků na všech plochách, kde byla data sbírána. Tento proces umožnil vyhodnotit stav a zdraví semenáčků na základě stanovených kritérií. Pro kvantifikaci vitality byl vytvořen hodnotící systém, který přiřazoval semenáčky do jednoho ze tří stupňů: výborná, dobrá a nevyhovující. Tímto způsobem byl získán detailní přehled o zdravotním stavu semenáčků na různých lokalitách. Analytické nástroje a funkce programu Excel nám umožnily efektivně zpracovat a analyzovat rozsáhlé sady dat, což nám poskytlo cenné poznatky o růstu a vitalitě semenáčků v lesních porostech. Díky těmto nástrojům bylo možné provádět různé výpočty, jako jsou například výpočty průměrných hodnot výšek semenáčků či procentuálního zastoupení semenáčků v jednotlivých výškových třídách. Tímto způsobem byl získán komplexní přehled o struktuře a vývoji semenáčků v různých částech lesního prostředí. Celkově lze říci, že použití programu Excel jako nástroje pro zpracování a analýzu dat hrálo klíčovou roli při studiu růstu a vitality semenáčků v lesních porostech, což přispělo k lepšímu pochopení ekologických procesů v těchto prostředích.

5.3 Zpracování dat v RStudiosu a zvolené statistické testy

V rámci zpracování dat se studie zaměřila na porovnání průměrného počtu semenáčků rostoucích na holé ploše a pod porostní clonou v lesním prostředí. Pro provedení tohoto srovnání byl využit Welchův dvouvýběrový t-test. Welchův t-test je statistický test, který se používá k porovnání průměrů dvou nezávislých skupin, zvláště pokud mají tyto skupiny různé rozptyly. V kontextu výzkumu byl test použit k určení, zda existuje statisticky významný rozdíl v průměrném počtu semenáčků mezi holou plochou a porostní clonou. Nejprve byla načtena data obsahující počet semenáčků rostoucích v obou prostředích. Poté byla

provedena explorativní analýza dat, aby bylo lépe porozuměno jejich charakteristikám, včetně popisných statistik a vizualizací. Před použitím Welchova t-testu byly ověřeny předpoklady testu, zejména normalitu dat v obou skupinách. Poté byl proveden samotný Welchův t-test, aby bylo zjištěno, zda existuje statisticky významný rozdíl v průměrném počtu semenáčků rostoucích na holině a semenáčků rostoucích pod porostní clonou. Interpretace výsledků testu umožnila porozumět, zda je tento rozdíl statisticky významný a jaký je jeho směr. Výsledky analýzy byly zahrnuty do diplomové práce včetně statistických hodnot testu, 95% intervalu spolehlivosti pro rozdíl průměrů a interpretace v kontextu našeho výzkumu. Tím bylo dosaženo porozumění důležitosti tohoto rozdílu pro naše zkoumání a jeho implikací v praxi. Výsledek Welchova t-testu poskytl informaci o tom, zda je rozdíl v průměrném počtu semenáčků mezi těmito dvěma prostředími statisticky významný. Tímto způsobem tento test umožnil objektivně zhodnotit vliv přistínění na obnovu lesních porostů a porovnat úspěšnost přirozeného zmlazení v různých částech lesního prostředí.

6 Výsledky

6.1 Kvantifikace a porovnávání dat

Tato tabulka obsahuje informace o počtech semenáčků a jejich zařazení do výškových tříd na plochách pod porostní clonou. Každý sloupec představuje jednu plochu, označenou jako Plocha_1 až Plocha_6. V řádcích jsou uvedeny výškové třídy semenáčků v centimetrech, přičemž každý řádek obsahuje počet semenáčků v dané výškové třídě pro každou plochu. Na konci každého sloupce je uveden celkový počet semenáčků na dané ploše a v posledním sloupci je uvedeno procentuální zastoupení semenáčků v dané výškové třídě.

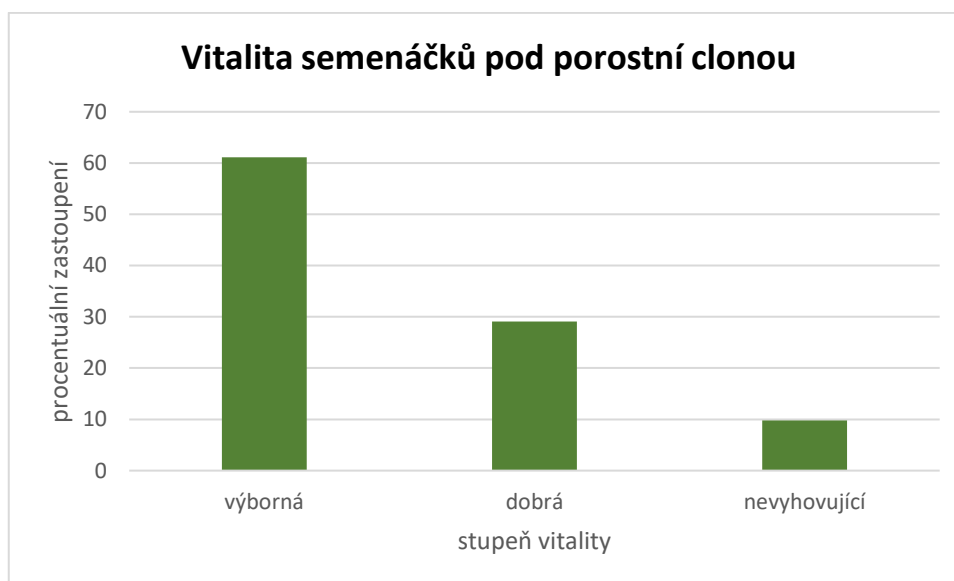
Plochy pod porostní clonou								
Výšky v cm	Plocha_1	Plocha_2	Plocha_3	Plocha_4	Plocha_5	Plocha_6	celkem	%
30.00	345	140	33	523	178	182	1401.00	31.46
60.00	219	132	47	455	345	144	1342.00	30.14
90.00	142	89	110	115	148	105	709.00	15.92
120.00	36	126	112	21	85	65	445.00	9.99
150.00	24	47	74	5	31	47	228.00	5.12
180.00	12	55	65	0	9	34	175.00	3.92
210.00	5	36	47	0	2	14	104.00	2.34
240.00	6	4	10	0	0	8	28.00	0.63
270.00	2	0	0	0	0	0	2.00	0.04
300.00	4	0	8	0	3	4	19.00	0.44
Celkem	795	629	506	1119	801	603	4453.00	100.00
Průměr z ploch	742.17							
Přepočet na ha	74217.00							

Tabulka 1 Počty semenáčků a zařazení do výškových tříd pod porostní clonou

V tabulce č. 2 jsou uvedena data pro plochy na holé ploše. Koncepce tabulky je stejná jako předchozí výčet pro plochy pod porostní clonou.

Plochy na holiňě								
Výšky v cm	Plocha_7	Plocha_8	Plocha_9	Plocha_10	Plocha_11	Plocha_12	celkem	%
30.00	81	25	33	9	24	35	207.00	26.01
60.00	35	32	41	14	37	24	183.00	22.99
90.00	24	10	48	21	21	28	152.00	19.09
120.00	19	11	67	17	10	15	139.00	17.46
150.00	16	4	21	11	5	11	68.00	8.54
180.00	2	6	10	6	3	4	31.00	3.89
210.00	8	0	3	0	1	0	12.00	1.51
240.00	0	0	0	2	0	0	2.00	0.25
270.00	0	0	0	1	0	0	1.00	0.13
300.00	0	0	0	0	0	1	1.00	0.13
Celkem	185	88	223	81	101	118	796.00	100.00
Průměr z ploch	132.67							
Přepoččet na ha	13267.00							

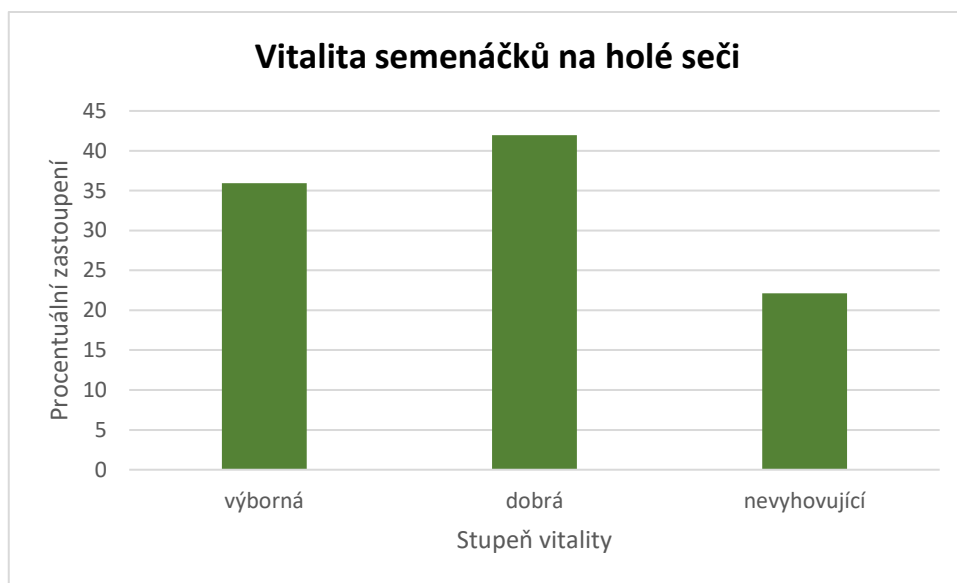
Tabulka 2 Počty semenáčků a zařazení do výškových tříd na holé ploše



Graf 1 Procentuální zastoupení semenáčků v určitých stupních vitality pod porostní clonou

Graf č. 1 nám poskytuje detailní přehled o stavu vitality semenáčků v lesním porostu, který byl studován v rámci diplomové práce o přirozené obnově lesních ekosystémů pod vlivem porostní clony. Na horizontální ose jsou uvedeny různé kategorie vitality semenáčků, zatímco na vertikální ose je vyjádřeno procentuální zastoupení těchto kategorií. Z tohoto grafu vyplývá,

že většina semenáčků disponuje výbornou vitalitou, což je povzbudivý výsledek a naznačuje, že proces obnovy lesního porostu pod porostní clonou je úspěšný. Tento stav ukazuje na přítomnost zdravých a životaschopných rostlin, což je klíčové pro udržení biodiverzity a stability lesního ekosystému. Dále je zaznamenána značná část semenáčků s dobrou vitalitou, což svědčí o celkově zdravém stavu rostlin obnovujících se přirozeně. Tato pozorování posilují důležitost přirozené obnovy lesního prostředí a potvrzují schopnost lesního porostu regenerovat se samočinně. Naopak, nejnižší procentuální zastoupení je pozorováno u semenáčků s nevyhovující vitalitou. Tento fakt poukazuje na potřebu monitorovat a potenciálně zkoumat příčiny, které mohou ovlivňovat zdraví a vitalitu rostlin v lesním prostředí. Tento graf má významnou relevanci v rámci diplomové práce, neboť nám poskytuje podrobný pohled na zdravotní stav přirozeně se obnovujících lesních porostů pod vlivem různých podmínek, v tomto případě pod porostní clonou.



Graf 2 Procentuální zastoupení semenáčků v určitých stupních vitality na holé ploše

Tento graf nám poskytuje přehled o stavu vitality semenáčků přirozené obnovy na holé seči. Na ose x jsou uvedeny různé kategorie vitality semenáčků, zatímco na ose y je vyjádřeno procentuální zastoupení těchto kategorií.

Z grafu lze vyčíst, že největší podíl semenáčků vykazuje kategorii dobrá vitalita, což je povzbudivý a pozitivní výsledek. Tato skutečnost naznačuje, že většina semenáčků má

zdravý růst a dobře reaguje na podmínky prostředí. Následující nejčastější kategorií je výborná vitalita, což dále potvrzuje pozitivní trend v zdravotním stavu semenáčků. Tyto výsledky mohou být interpretovány jako úspěch v procesu obnovy lesních ekosystémů a naznačují schopnost přirozeného regeneračního procesu produkovat zdravé a vitální semenáčky. Naopak, nejnižší procentuální zastoupení je pozorováno u semenáčků s nevyhovující vitalitou. Tento fakt signalizuje, že i když většina semenáčků roste zdravě, existuje určitá část, která se potýká s problémy. Tato skupina semenáčků může být ohrožena například nedostatkem živin, konkurencí o světlo nebo vodní stres. Je důležité věnovat pozornost této skupině a přijmout opatření k zajištění lepší péče a podpory, aby se minimalizovalo riziko ztráty a maximalizovala úspěšnost procesu obnovy.

Nyní porovnejme tato data s předchozími údaji o vitalitě semenáčků pod porostní clonou. Zatímco na holé seči máme vyšší procentuální zastoupení semenáčků s dobrou vitalitou a nižší s výbornou, naopak pod porostní clonou převažuje výborná vitalita. To naznačuje, že přirozená obnova na holé seči může být náchylnější ke stresovým podmínkám a může vyžadovat dodatečnou péči a podporu pro dosažení optimální vitality semenáčků. Tato srovnání jsou důležitým prvkem diplomové práce, neboť poskytují cenné informace o vlivu prostředí na zdraví a růst lesního porostu.



Graf 3 Procentuální zastoupení semenáčků ve výškových třídách pod porostní clonou

Graf č. 3 demonstruje rozložení výšek semenáčků, které rostou pod porostní clonou, což je klíčovým aspektem zkoumání přirozené obnovy lesních porostů. Na horizontální ose jsou znázorněny výškové třídy semenáčků v centimetrech, zatímco na vertikální ose je uvedeno procentuální zastoupení semenáčků v daných výškových kategoriích. Z grafu je patrné, že nejvyšší podíl semenáčků se nacházel v nižších výškových třídách, především v rozmezí 30 – 60 cm, což naznačuje aktivní proces obnovy a začátek růstu mladých rostlin v lesním prostředí. Důležitým zjištěním je pokles počtu semenáčků s rostoucí výškou, což může být důsledkem přirozeného výběru a konkurence mezi rostlinami o dostupné zdroje, jako je světlo, voda a živiny. Tento jev je významným ukazatelem probíhajících procesů v lesním ekosystému a pomáhá porozumět dynamice přirozené obnovy lesních porostů.



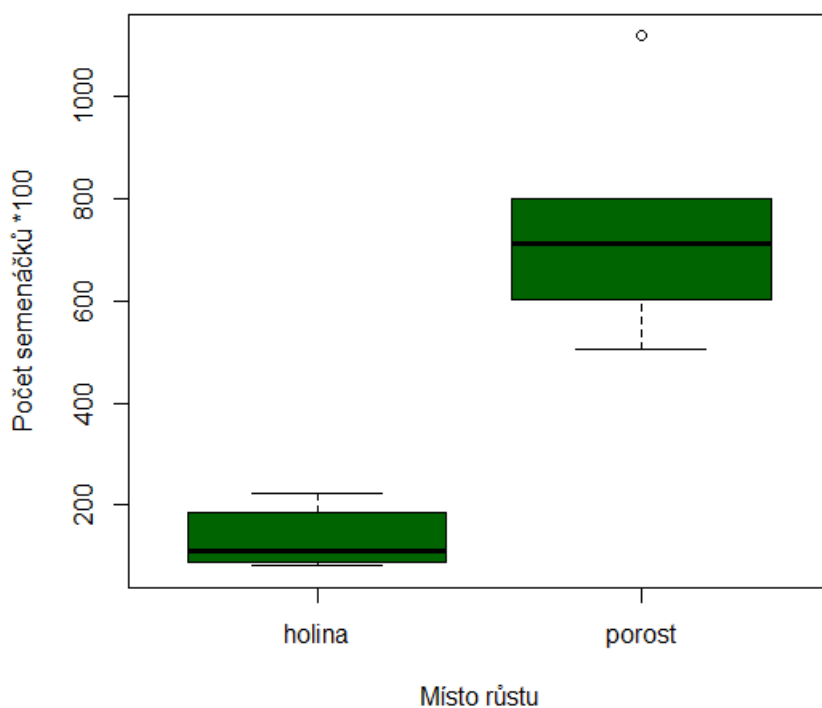
Graf 4 Procentuální zastoupení semenáčků ve výškových třídách na holé seči

Graf zobrazuje zastoupení semenáčků ve výškových třídách na holé seči. Na osu x jsou vykresleny výškové třídy semenáčků v centimetrech, zatímco na ose y je zobrazeno procentuální zastoupení semenáčků v jednotlivých výškových kategoriích. Ve srovnání s předchozím grafem, který byl uveden výše, tento graf ukazuje odlišné rozložení výšek semenáčků v lesním porostu. Nejvyšší podíl semenáčků je pozorován ve výškových třídách 30 – 90 cm, což naznačuje aktivní obnovu a růst mladých rostlin ve spodní části porostu. Oproti tomu tento graf vykazuje vyšší podíl semenáčků ve vyšších výškových třídách, což může být důsledkem specifických podmínek prostředí a přirozených faktorů ovlivňujících růst rostlin.

Tyto grafy jsou klíčovými prvky, neboť poskytují důležité informace o dynamice přirozené obnovy lesních porostů. Výše zmíněné grafy a jejich porovnání poskytují další perspektivu na dynamiku přirozené obnovy lesního porostu a umožňuje srovnání s předchozími pozorováními.

6.2 Statistické testování rozdílů mezi vzorky pod porostní clonou a na holině

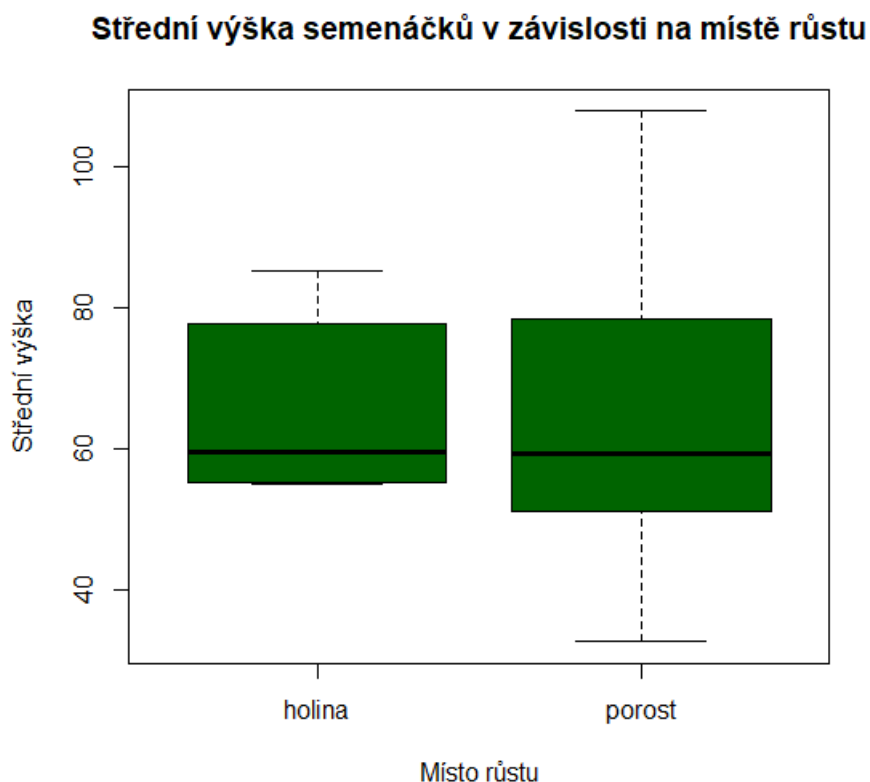
Počty semenáčků na ha v závislosti na místě růstu



Graf 5 Počty semenáčků v přepočtu na ha v závislosti na místě růstu

Výsledky Welchova dvouvýběrového t-testu ukazují, že existuje statisticky významný rozdíl v průměrném počtu semenáčků mezi skupinami "holina" a "porost" ($t = -6.6372$, $df = 5.7069$, $p < 0.001$). To znamená, že pravděpodobnost toho, že by rozdíl v průměrném počtu semenáčků mezi těmito dvěma místy růstu nastal náhodně, je menší než 0.001, což je statisticky velmi významné. 95% interval spolehlivosti pro rozdíl průměrů počtu semenáčků mezi prvky "holina" a "porost" je $(-8370.29, -3819.71)$. To znamená, že s 95% jistotou můžeme tvrdit, že rozdíl v průměrném počtu semenáčků mezi těmito dvěma místy růstu leží v tomto rozmezí. Nulová hypotéza tohoto testu tvrdí, že průměrný počet semenáčků je mezi skupinami "holina" a "porost" stejný. Na základě výsledků tohoto testu můžeme nulovou hypotézu zamítnout

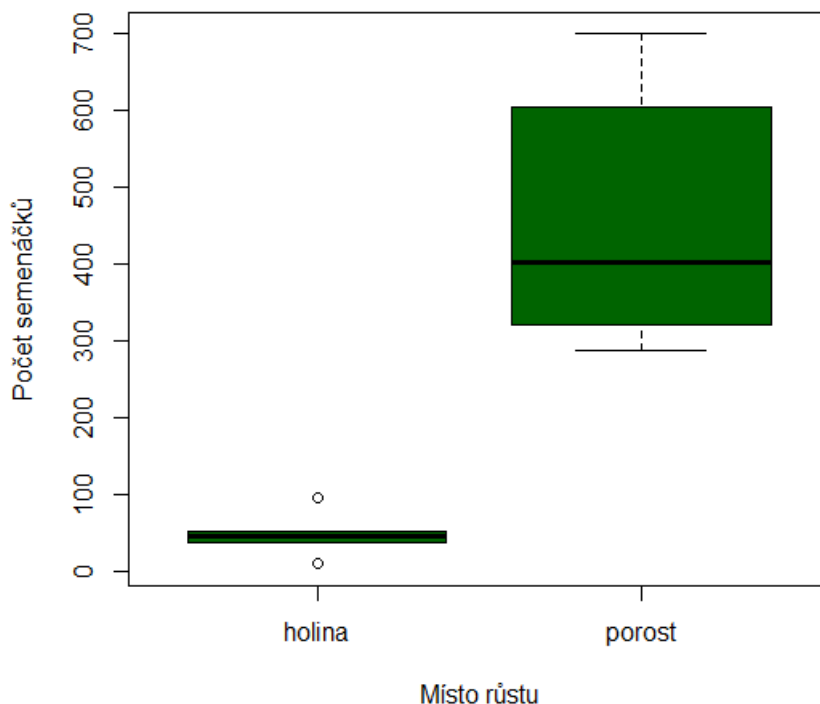
ve prospěch alternativní hypotézy, což naznačuje, že existuje statisticky významný rozdíl v průměrném počtu semenáčků mezi těmito dvěma místy růstu.



Graf 6 Střední výška semenáčků v závislosti na místě růstu

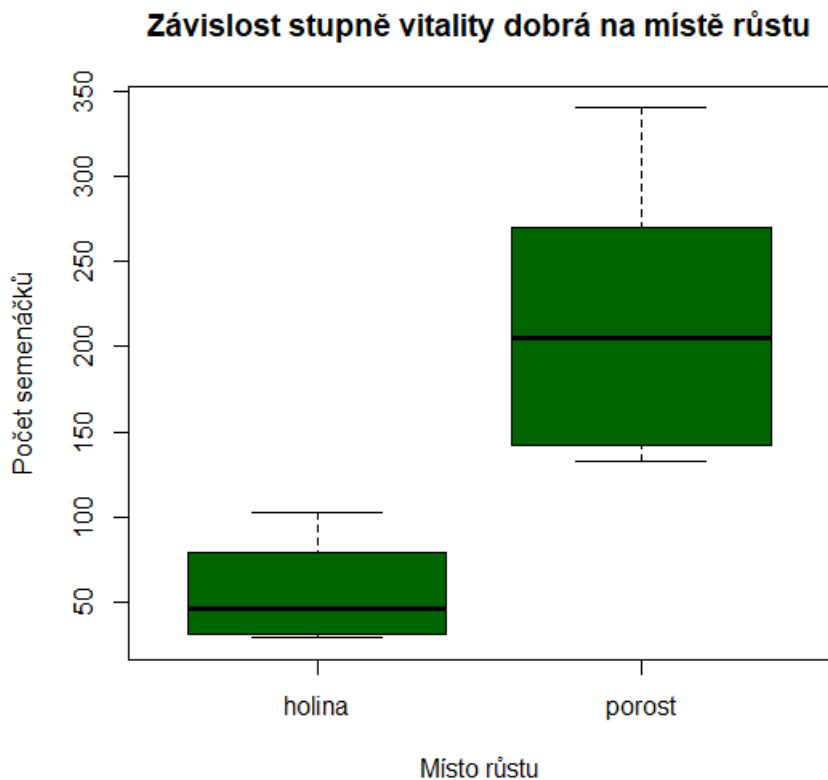
Nulová hypotéza statistického testu tvrdí, že neexistuje žádný rozdíl ve střední výšce mezi místy růstu "holina" a "porost". Alternativní hypotéza naznačuje, že skutečný rozdíl ve střední výšce mezi těmito místy růstu není roven nule. V našem případě vychází p - hodnota 0.9597, což je vyšší než standardní hladina významnosti 0.05. To znamená, že nemáme dostatek důkazů na to, abychom zamítli nulovou hypotézu. Tedy neexistuje statisticky významný rozdíl ve střední výšce mezi "holina" a "porost". Interval spolehlivého odhadu (-27.27380, 28.51713) nám ukazuje, že s 95% pravděpodobností je rozdíl ve střední výšce mezi prvky "holina" a "porost" právě mezi těmito hodnotami. Celkově to znamená, že nemáme dostatek důkazů na to, abychom tvrdili, že existuje rozdíl ve střední výšce mezi místy růstu "holina" a "porost".

Závislost stupně vitality výborná na místě růstu



Graf 7 Počet semenáčků ve výborné vitalitě v závislosti na místě růstu

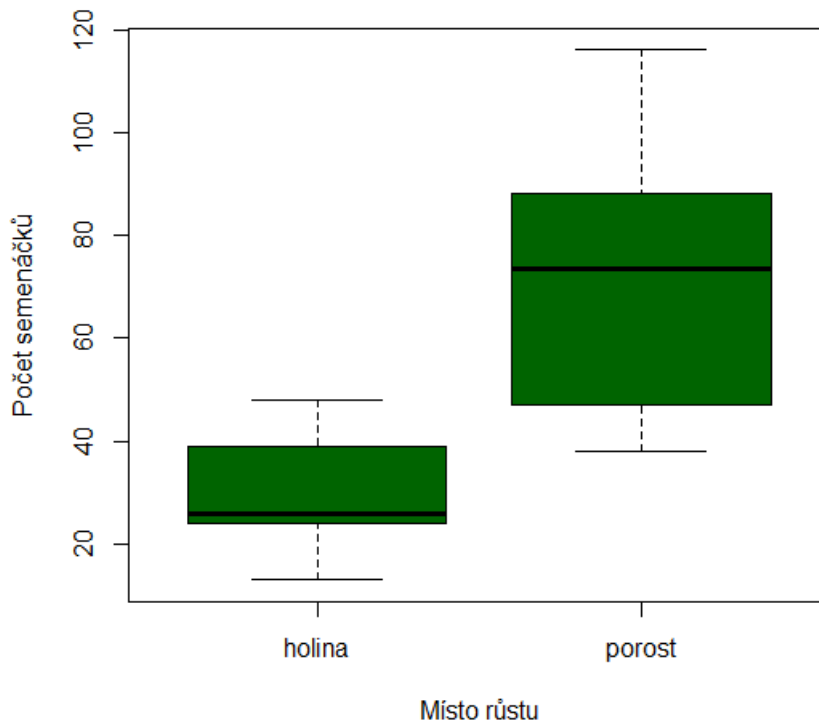
Výsledek dvouvýběrového t-testu naznačuje, že existuje statisticky významný rozdíl v průměrném počtu semenáčků mezi skupinami rostoucími na holé ploše (holina) a v porostu. Hodnota t-statistiky je -5.8895 s příslušným počtem stupňů volnosti 5.282 a p-hodnotou 0.001663. To naznačuje, že rozdíl mezi průměrným počtem semenáčků v obou skupinách je statisticky významný. 95% konfidenční interval rozdílu průměrů (-580.1613, -231.5054) ukazuje, že s 95% jistotou odhadujeme, že průměrný počet semenáčků ve výborné vitalitě na holé ploše je významně nižší než v porostu. Podle odhadů vzorků je průměrný počet semenáčků na holé ploše 47.67, zatímco v porostu je 453.50. Tento rozdíl v průměrech naznačuje, že v porostu je výrazně vyšší hustota semenáčků s výbornou vitalitou než na holé ploše. Nulová hypotéza tvrdí, že průměrný počet semenáčků ve výborné kondici na holé ploše je stejný jako průměrný počet semenáčků v porostu. Alternativní hypotéza naopak tvrdí, že průměrný počet semenáčků ve výborné vitalitě na holé ploše se statisticky významně liší od průměrného počtu semenáčků v porostu.



Graf 8 Počet semenáčků v dobré vitalitě v závislosti na místě růstu

Nulová hypotéza tvrdí, že průměrný počet semenáčků v dobré vitalitě v oblasti "holina" je roven průměrnému počtu semenáčků v oblasti "porost". Alternativní hypotéza navrhuje, že mezi těmito dvěma oblastmi existuje statisticky významný rozdíl v průměrném počtu semenáčků. V našem výsledku Welchova t-testu máme t-statistiku -4.3055 s odpovídajícím stupněm volnosti $df = 6.1495$ a p-hodnotou 0.004783. To naznačuje, že existuje statisticky významný rozdíl v průměrném počtu semenáčků mezi oblastí "holina" a "porost". 95% interval spolehlivosti pro rozdíl průměrů počtu semenáčků mezi místem růstu "holina" a "porost" je (-250.92079, -69.74587). To znamená, že průměrný počet semenáčků v oblasti "porost" je očekávaně větší než na prvku "holina".

Závislost stupně vitality nevyhovující na místě růstu



Graf 9 Počet semenáčků v nevyhovující vitalitě v závislosti na místě růstu

Nulová hypotéza tohoto t-testu tvrdí, že průměrný počet semenáčků v nevyhovující vitalitě mezi "holinou" a "porostem" je stejný. Alternativní hypotéza naznačuje, že existuje statisticky významný rozdíl v průměrném počtu semenáčků mezi těmito dvěma místy růstu. V případě hodnocení nevyhovující vitality semenáčků v závislosti na místě růstu byla p-hodnota výsledku testu 0.01148, což je nižší než konvenční hladina významnosti 0.05. To znamená, že máme dostatečné důkazy pro zamítnutí nulové hypotézy a pro akceptování alternativní hypotézy. Závěr je takový, že existuje statisticky významný rozdíl v průměrném počtu semenáčků mezi oblastmi "holina" a "porost". Další interpretace mohou zahrnovat to, že místo růstu může mít významný vliv na počet semenáčků, a tedy i na proces obnovy porostu.

7 Diskuze

V rámci této diplomové práce bylo provedeno zkoumání počtů semenáčků na dvou různých typech ploch - jedné s holou sečí a druhé pod porostní clonou. Získané výsledky naznačují významné rozdíly v počtu semenáčků mezi těmito dvěma prostředími. Na plochách s clonou mateřského porostu bylo zaznamenáno výrazně vyšší množství semenáčků ve srovnání s plochami s holou sečí. Průměrný počet semenáčků v přepočtu na hektar byl pod porostní clonou 74 217, zatímco na holé ploše byl tento počet 13 267 kusů. Tato pozorovaná tendence je v souladu s výsledky prezentovanými autorem Kupkou (2002), který rovněž identifikoval větší množství semenáčků přirozeně se obnovujících pod porostní clonou než na holých plochách. Tento trend může být vysvětlený přítomností ochranného prostředí poskytovaného mateřským porostem, které podporuje klíčení semen a jejich další růst. Nicméně, výsledky práce Czernina (2023) vykazují odlišné zjištění, kdy bylo na holých plochách nalezeno více semenáčků než pod porostním okrajem. Toto neočekávané zjištění může být důsledkem komplexní interakce mezi různými faktory, včetně specifických podmínek prostředí, genetického složení populace semenáčků a historie přírodní obnovy v dané lokalitě.

Další studie potvrzují trend lepších podmínek pro přirozenou obnovu pod porostní clonou. Například práce Hrabího (2022) pod clonou mateřského porostu byla zaznamenána hustota semenáčků 193,2 na ploše 25 m², což odpovídá přibližně 77 280 semenáčkům na hektar. Naopak, v otevřených prostorách po holinách byla situace značně odlišná, kde se průměrná hustota semenáčků pohybovala pouze kolem 17,4 na 25 m², což představuje zhruba 6 960 semenáčků na hektar. Podle Bílka a kol. (2018), byl zaznamenán průměr přirozeného zmlazení mezi 5 000 a 20 000 stromky na hektar v důsledku clonné seče, což signalizuje podobnou tendenci podpory obnovy pod mateřskými porosty. Ulbrichová a kol. (2018) uvádějí průměrné hodnoty obnovy na úrovni 20 000 stromků na hektar, což je méně než zjištění této diplomové práce, jež ukázala na ještě vyšší efektivitu clonné seče. Hytönen a kol. (2019) a Hallikainen (2019) naopak referují o nižších průměrných počtech zmlazení, což ukazuje na proměnlivost výsledků v závislosti na konkrétních podmínkách a přístupech k hospodaření. Tyto rozdíly dále zdůrazňují nálezy Brichty a kol. (2022), kteří pozorovali odlišnosti v počtech nových stromků v závislosti na síle zásahu do lesa a charakteristice lokality. Takto prezentované studie, spolu s výsledky diplomové práce, ilustrují složitost proměnných ovlivňujících přirozenou regeneraci

lesních porostů. Zjištění práce zdůrazňují význam pečlivě plánovaných a prováděných clonných sečí pro zlepšení podmínek nutných pro mladé stromky, což je základ pro udržitelné spravování lesů a ochranu jejich diverzity.

Práce Červeného (2021) také podporuje výhody clonného hospodaření. Přírodě blízký přístup má slibnou budoucnost, což potvrzují i výsledky studie týmu Bílek et al. (2016), která naznačuje, že využití přirozené obnovy pod porostní clonou s delší obnovní dobou může po 30 – 52 letech vést k vytvoření podmínek podobných bezzásahovým lesům. Podle Nilssona et al. (2002) je při použití clonného hospodaření a přípravě půdy možné vypěstovat smíšený les, kde může být druhová skladba ovlivněna prvními výchovnými zásahy nebo umělým vnesením požadovaných druhů dřevin a zdůrazňují, že kvalita mateřského porostu a příprava půdy mají zásadní význam pro úspěšnost přirozené obnovy. Podobné závěry učinili i Aleksandrowicz-Trzcinska et al. (2013) ve svých studiích realizovaných ve východním Polsku, kde dospěli k názoru, že příprava půdy je klíčová pro podporu přirozené regenerace lesa. Studie Barbeito et al. (2011) také ukázala, že pro úspěšnou přirozenou obnovu může být vhodné narušení bylinného a organického patra pomocí opakované těžby nebo přípravy půdy.

Celkově lze tedy konstatovat, výzkumy naznačují, že přirozená obnova pod clonou mateřského porostu může přinést lepší výsledky. To odpovídá i výsledkům této práce, která ukazuje větší množství semenáčků pod porostní clonou ve srovnání s holými plochami. Nicméně, podobně jako práce Czernina (2023) zjistila odlišné výsledky, což naznačuje složitost interakcí mezi různými faktory ovlivňujícími procesy přirozené obnovy v lesním prostředí.

Ve své studii se Mirschel et al. (2011) zaměřil na přirozenou regeneraci borovice lesní v Německu, konkrétně na exempláře přesahující výšku 50 cm, a zaznamenal hustotu 17 000 stromků na hektar, což je počet považovaný za dostatečný pro vytvoření udržitelného lesa. V této diplomové práci však množství semenáčků pod porostem tyto počty významně převyšovaly a průměrné zastoupení semenáčků na ha bylo 74 217. K doporučené hustotě semenáčků se spíše přibližuje průměrné množství na holině tedy 13 267 na ha. Vysoký počet stromků na zkoumaných plochách však vyvolává otázku potřeby dalších výchovných zásahů. V rané fázi vývoje lesa je doporučováno provádět zejména zdravotní výběr, což doporučuje práce Slodičáka et al. (2013), navrhuje zredukovat počet méně kvalitních stromů na 6 500 na hektar.

Dalším měřeným údajem bylo výškové rozložení přirozeného zmlazení. Na holé ploše bylo v rámci této diplomové práce nepatrně větší zastoupení vyšších výškových tříd na holé ploše. Pod porostní clonou byly zastoupeny ve větší míře semenáčky nižších výškových tříd. Jak uvádějí Pardos et al. (2007) dochází k diferenciované výškové struktuře obnovy a uvádějí, že po provedené clonné seči jsou rozdílné světlostní podmínky, které razantně ovlivňují výškový přírůst semenáčů. Poleno et al. (2009) konstatují, že menší diverzita výškových tříd se vyskytuje na holině. Uvádějí, že pod porostem byla větší diverzita výškových tříd, ale výškové zastoupení bylo podobné. V porovnání s touto studií se větší diverzita výškových tříd projevila na holé ploše a pod porostní clonou se vyskytovaly především nižší výškové stupně. Podobně poukazuje studie Brichta et al. (2022) na to, že borovice lesní (*Pinus sylvestris*), která preferuje plné slunce, lépe prospívá na holinách s dostatkem světla oproti semenáčkům rostoucím v částečném stínu pod mateřskými stromy. Tento závěr zdůrazňuje význam světelných podmínek pro výškový růst a rozvoj semenáčků v různých prostředích lesa, naznačujíc, že správné řízení světelného režimu může být klíčové pro úspěšnou obnovu lesa. Zásadní rozdíl mezi zastoupením výškových tříd na holé ploše nebo pod clonou nebyl v této práci pozorován. Lze konstatovat, že odlišné výsledky mohou být způsobeny rozdílnými klimatickými podmínkami, rozdílnými podmínkami pro klíčení anebo časově odlišnou produkcí semenného materiálu. Zásadní vliv může mít i druh dřeviny.

Na plochách pod porostní clonou bylo zaznamenáno vyšší procentuální zastoupení semenáčků s výbornou vitalitou ve srovnání s holou plochou, což naznačuje úspěšnější proces obnovy pod porostní clonou. Další analýzy ukazují rozdílnou dynamiku růstu semenáčků v závislosti na místě růstu. Například, zatímco na holé ploše se vyskytuje vyšší procentuální zastoupení semenáčků ve vyšších výškových třídách, pod porostní clonou převažuje výskyt semenáčků v nižších výškových třídách. To může naznačovat rozdíly v konkurenci o zdroje mezi rostlinami na různých typech půd. Důležitým zjištěním je také úzká korelace mezi množstvím podrostu a jeho hojností, což naznačuje, že hustota vegetace může být důležitým faktorem ovlivňujícím proces přirozené obnovy lesního porostu. V porovnání s výsledky Lavnyy (2022) zjištěnými ve smíšeném borovém lese, kde převládá obnova borovice lesní, lze vidět, že dynamika a vitalita obnovy se může lišit v závislosti na specifických podmínkách prostředí a historii zásahů do lesních porostů, jako je těžba nebo zřízení těžebních pruhů.

Celkově lze tedy konstatovat, že výskyt semenáčků, jejich distribuce a vitalita v lesním prostředí může být ovlivněn širokou škálou faktorů, a že porozumění těmto procesům je klíčové pro úspěšné řízení a zachování lesních ekosystémů.

Zjištění studií Nilssona et al. (2002) a Aleksandrowicz-Trzcinské et al. (2013) zdůrazňují význam porostní clony a přípravy půdy pro regeneraci lesů. Tyto práce upozorňují na důležitost vhodných stanovištních podmínek, jako je mikroklima a půdní charakteristiky, pro podporu mladých rostlin. Ukazují na potřebu integrovaného přístupu k lesnickému hospodaření, který respektuje ekologické procesy a podporuje udržitelnost a biodiverzitu lesních ekosystémů.

Zkoumání přirozené obnovy lesa odhalilo, že úspěch tohoto procesu je silně závislý na kombinaci ekologických faktorů, jako jsou světelné podmínky, kvalita půdy a struktura existujícího porostu. Tyto elementy společně ovlivňují nejen přežití a růst semenáčků, ale také jejich biodiverzitu a adaptabilitu na měnící se prostředí. Zjištění zdůrazňují význam aplikace integrovaného přístupu v lesním hospodaření, který by respektoval přírodní cykly a podporoval odolnost lesních ekosystémů proti stresovým faktorům. To podtrhuje potřebu pokračovat ve výzkumu a vývoji lesnických metod, aby bylo možné lépe porozumět a efektivně reagovat na výzvy spojené s ochranou a obnovou lesů.

8 Závěr

Z výsledků diplomové práce vyplynulo několik klíčových poznatků o přirozené obnově lesních ekosystémů, které měly značný dopad na pochopení, jak prostředí ovlivňuje růst a vitalitu semenáčků.

Výzkumem byl zjištěn vliv prostředí na semenáčky, který ukázal, že prostředí pod porostní clonou poskytuje lepší podmínky pro růst semenáčků než holá plocha. Tento faktor je klíčový pro pochopení, jak přítomnost stromů a křovin může chránit mladé rostliny před extrémními podmínkami, jako jsou silné sluneční světlo a sucho. Stín, který porost poskytuje, může zlepšit podmínky pro růst semenáčků tím, že udržuje vlhkost půdy a snižuje teplotní extrémy.

Pomocí statistického testování byl zaznamenán významný rozdíl v počtu a vitalitě semenáčků mezi holou plochou a porostem. Tato zjištění zdůrazňují, jak může různé prostředí ovlivnit nejen přežití semenáčků, ale i jejich schopnost dosáhnout zdravého vývoje. Výzkum tedy naznačuje, že pro úspěšnou regeneraci lesa je nezbytné zvážit specifické podmínky daného místa. Další analyzování vitality semenáčků může mít potenciál poskytnout cenné informace o úspěšnosti a efektivitě obnovy lesních ekosystémů, což může vést k lepšímu pochopení procesů obnovy a k optimalizaci lesnických managementových strategií.

Pozorování ukázala, že semenáčky se v různých prostředích vyvíjejí odlišně. Pod porostní clonou byla většina semenáčků nižší, což může naznačovat, že jsou v raných stádiích růstu. Naopak na holé ploše byly semenáčky obecně vyšší, což může odrážet adaptaci na prostředí s vyšším podílem světla a potřebu konkurovat o zdroje. Toto rozdělení naznačuje, že různé strategie růstu mohou být přizpůsobeny specifickým podmínkám prostředí. Další zkoumání rozložení výšek semenáčků může pomoci lépe porozumět procesům obnovy lesních ekosystémů a přispět k vývoji efektivnějších lesnických managementových strategií, které podporují zdravý a udržitelný růst lesních porostů.

Podpora vitality semenáčků je klíčová pro úspěšnou obnovu lesa jak ukazují výsledky diplomové práce. Vitalita semenáčků byla pod porostní clonou obecně vyšší, což zdůrazňuje význam stínění a ochrany před extrémními podmínkami. To má důležité důsledky pro praxi

lesního hospodářství, kde může být vhodné zvážit způsoby ochrany a podpory semenáčků, zejména v nehostinných nebo na otevřených prostranstvích.

Výzkum nabízí cenné náhledy do procesů přirozené obnovy lesa, které mají zásadní význam pro lesní hospodářství. Zjištění poukazují na to, že úspěšná regenerace lesních ekosystémů závisí na hlubokém porozumění vlivu různých environmentálních faktorů na růst a vývoj semenáčků. Pro lesníky a vlastníky lesa to znamená, že musí být věnována zvýšená pozornost aspektům, jako je ochrana semenáčků, správné řízení světelných podmínek, podpora biodiverzity, adaptace na klimatické změny a v poslední řadě další monitoring a výzkum.

Ochrana semenáčků je zásadní vzhledem k extrémním povětrnostním podmínkám, škůdcům a nemocím. Tato ochrana může být zajištěna prostřednictvím správného managementu porostní clony, která nabízí přirozený stín a mikroklimatickou stabilitu, zlepšující přežívání a růst semenáčků. Správné řízení světelných podmínek, například prostřednictvím selektivního prořezávání nebo kácení, může podporovat zdravý růst semenáčků tím, že zajišťuje dostatek světla pro fotosyntézu, zároveň chrání rostliny před přílišným slunečním zářením. Také diverzifikace druhů stromů a rostlin v lesním ekosystému může přispět k zdravějšímu a odolnějšímu prostředí, což podporuje přirozenou obnovu a vitalitu semenáčků. Biodiverzita rovněž pomáhá vytvářet odolnější ekosystémy schopné čelit změnám klimatu a škůdcům.

Vzhledem k očekávaným změnám klimatu a jejich dopadu na lesní ekosystémy je důležité přizpůsobit metody hospodaření tak, aby byly schopny reagovat na tyto výzvy. To zahrnuje výběr druhů stromů adaptovaných na měnící se podmínky a strategie obnovy, které zohledňují možné změny v rozložení srážek a teplot.

Systémový monitoring a další výzkum jsou nezbytné pro hlubší pochopení dynamiky přirozené obnovy lesů. Průběžné sledování zdraví a růstu semenáčků, stejně jako analýza vlivu různých managementových zásahů, pomůže vylepšit metody obnovy a zachování lesních ekosystémů. Z těchto důvodů by měla být rozvojová strategie lesního hospodářství založena na vědeckých poznacích a praktických zkušenostech, s cílem podporovat zdravý růst lesních ekosystémů a zajišťovat jejich dlouhodobou udržitelnost a odolnost vůči změnám.

9 Seznam literatury a použitých zdrojů

ALEKSANDROWICZ - TRZCIŃSKA, M.; DROZDOWSKI, S.; BRZEZIECKI, B.; RUTKOWSKA, P.; JABŁOŃSKA, B. *Effects of different methods of site preparation on natural regeneration of Pinus sylvestris in Eastern Poland*. Dendrobiology. 2013. vol. 71, str. 73–83.

BARBEITO, I., LEMAY, V., CALAMA, R., CAÑELLAS, I. *Regeneration of Mediterranean Pinus sylvestris under two alternative shelterwood systems within a multiscale framework*. Canadian Journal of Forest Research. 2011, 41(2), 341-351. ISSN 0045-5067.

BÍLEK, L., KUPKA, I., SLODIČÁK, M., et al. 2016. *Introduction to silviculture*. 1. Prague: Czech University of Life Sciences, Faculty of Forestry and Wood Sciences, Department of Silviculture. ISBN 978-80-213-2701-6.

BÍLEK, L., VACEK, S., VACEK, Z., REMEŠ, J., KRÁL, J., BULUŠEK, D., GALLO, J. *How close to nature is close-to-nature pine silviculture?* Journal of Forest Science. 2016, 62(1), 24-34. ISSN 12124834.

BÍLEK, L.; VACEK, Z.; BULUŠEK, D.; LINDA, R.; KRÁL, J. *Are clearcut borders an effective tool for Scots pine (Pinus sylvestris L.) natural regeneration?* Forest Systems. 2018, vol. 27, no. 2, s. 14. ISSN: 2171-5068

BLACKBURN, J.; CHISHOLM, J.; LUCAS, S.; MARMITO, P.; MCGLYN, C.; SCHMIDT, A. *Plant*. London : Dorling Kindersley, 2004, 511 s. ISBN 80-2421579.

BRICHTA, J.; BÍLEK, L.; VÍTÁMVÁS, J. *Clonná seč v podmínkách přirozených borových stanovišť*. VÚLHM: Lesnická práce. 2022, vol. 6, s. 73-136

BRICHTA, J.; BÍLEK, L.; LINDA, R.; VÍTÁMVÁS, J. *Does shelterwood regeneration on natural Scots pine sites under changing environmental conditions represent a viable alternative to traditional clear-cut management?* Central European Forestry Journal. 2020, vol. 66, no 1. s. 104–115. ISSN: 0323-1046.

CARVALHO, J. P.F., 2011. *Composition and structure of natural mixed-oak stands in northern and central Portugal*. *Forest Ecology and Management* [online]. **262**(10), 1928-1937 [cit. 2024-02-20]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi:10.1016/j.foreco.2011.04.020

CAVARD, X., BERGERON, Y., CHEN, H. Y. H., PARÉ, D., LAGANIÈRE J., BRASSARD, B., 2011. *Competition and facilitation between tree species change with stand development*. *Oikos* [online]. **120**(11), 1683-1695 [cit. 2024-02-20]. ISSN 0030-1299. Dostupné z: doi:10.1111/j.1600-0706.2011.19294.x

CHING LIU, C. L.; KUCHMA O.; KRUTOVSKY, K. V. *Mixed-species versus monocultures in plantation forestry: Development, benefits, ecosystem services and perspectives for the future*. *Global Ecology and Conservation*. 2018, vol. 15, no. 1, s. 248- 254. ISSN 2351-9894

CROW, T.R., BUCKLEY, D.S., NAUERTZ E.A., ZÁSADA, J.C., 2002. *Effects of management on the composition and structure of northern hardwood forests in Upper Michigan*. 48. *Forest Sci.*, 129-145. ISBN 3846700015. 1938-3738.

CZERNIN, W., 2023. *Stav a hustota přirozené obnovy na holé seči a pod porostním okrajem na lesním majetku Czerninů*. Praha. Diplomová práce. ČZU Fakulta lesnická a dřevařská.

DURYEA, M. L., T. D. LANDIS a Carol R. PERRY, ed., 1984. *Forestry Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings* [online]. 1. Dordrecht: Springer Netherlands [cit. 2024-03-03]. *Forestry Sciences*. ISBN 978-94-009-6112-8. Dostupné z: doi:10.1007/978-94-009-6110-4

FELTON, A.; NILSSON, U.; SONESSON, J.; FELTON, M.; ROBERGE, J.; RANIUS, T.; AHLSTRÖM, M.; BERGH, J.; BJÖRKMAN, CH.; BOBERG, J.; DRÖSSLER, L.; VIK, N.; GONG, P.; HOLMSTRÖM, E.; KESKITALO, C.; KLAPWIJK, M.; LAUDON, H.; LUNDMARK, T.; NIKLASSON, M.; NORDIN, A.; PETTERSSON, M.; STENLID, J.; STÉNS, A.; WALLERTZ, K. *Replacing monocultures with mixed-species stands: Ecosystem service implications of two production forest alternatives in Sweden*. *Ambio*. 2016, vol. 45, no.1, s. 124-139. ISSN 0044-7447.

FOIT, J.; POBIŠ, J.; ŠKAPA, M. *Lesní těžba*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1987. 359 s.

HALLIKAINEN, V.; HÖKKÄ, H.; HYPPÖNEN, M.; RAUTIO, P.; VALKONEN, S. *Natural regeneration after gap cutting in Scots pine stands in northern Finland*. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2019, vol. 34, no. 2, s. 115–125. ISSN 0323- 1046.

- HAVERAAEN, O. 1995. *Silvicultural system in the Nordic countries*. In: Bamsey, C.R. (Ed.), *Innovative Silvicultural Systems in Boreal Forests*. Proc. IUFRO Symposium in Edmonton, Alberta, Canada, 2-8 October 1984, Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, 1–4.
- HYTÖNEN, J.; HÖKKÄ, H.; SAARINEN, M. *The Effect of Site Preparation on Seed Tree Regeneration of Drained Scots Pine Stands in Finland*. *Baltic Forestry*. 2019, vol. 25, no. 1, s.132–140. ISSN 2029-9230.
- HRABÍ, A., 2022. *Vývoj přirozené obnovy na holé seči a pod porostní clonou na Plzeňsku*. Praha. Diplomová práce. ČZU Fakulta lesnická a dřevařská.
- ISHII, H., ASANO, S. 2010. *The role of crown architecture, leaf phenology and photosynthetic activity in promoting complementary use of light among coexisting species in temperate forests*. *Ecological Research* [online]. **25**(4), 715-722 [cit. 2024-02-20]. ISSN 0912-3814. Dostupné z: doi:10.1007/s11284-009-0668-4
- JAWORSKI, A., 2013. *Hodowla lasu (tom II) Pielęgnowanie lasu*. 2. Powszechnie Wydawnictwo Rolnicze i Lesne. ISBN ISBN978-83-09-01149-1.
- JURČA, J. *Pěstování lesů* 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 1988. 293 s.
- KIMMINS, J.P., 2003. *Forest Ecology*. 1. Benjamin-Cummings Publishing Company, 720 s. ISBN 0130662585.
- KOVÁŘ, K.; HRDINA, V., BUŠINA, F. *Učební texty z předmětu: Pěstování lesů*. Písek: S Vyšší odborná škola lesnická a Střední lesnická škola. Bedřicha Schwarzenberga Písek. 2013. 194 s.
- KULHAVÝ, J.; BEDNÁROVÁ, E.; ČERMÁK, J.; HADAŠ, P., HYBLER, V.; KAMLEROVÁ, K, KLIMO, E.; KNOTT, R.; KRÍSTEK, J.; KUČERA, J.; POMSKÝ, B.; MAREK, M.; NADEŽNINA, N.; PRAX, A.; SUCHOMEL, J. *Ekologie lesa II*. 1. vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. 221 s. ISBN 80-7157- 984-X.
- KUPKA, I. *Natural regeneration at different microclimatic sites in Žatec region*. *Journal of Forest Science*, 2002, 48.10: 441-450.
- KUPKA, I., 2005. *Základy pěstování lesa*. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a environmentální. ISBN 80-213-1308-0.

- KUPKA, I., 2008. *Pěstování lesů I.* 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita. ISBN 978-80-213-1782-6.
- KUPKA, I., SLODIČÁK, M., KOBLIHA J., PODRÁZSKÝ, V. 2002. *Fundamentals of silviculture.* 1. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-213-0986-5.
- LAVNYIY, V., SPATHELF, P., KRAVCHUK, R., VYTSEHA R., YAKHNYTSKYIY, V. 2022. *Silvicultural options to promote natural regeneration of Scots pine (Pinus sylvestris L.) in Western Ukrainian forests.* *Journal of Forest Science* [online]. 2022-8-26, **68**(8), 298-310 [cit. 2024-03-16]. ISSN 12124834. Dostupné z: doi:10.17221/73/2022-JFS
- MIKESKA, M., VACEK, S. 2006. *Minimální podíl stanovištně vhodných dřevin přirozené druhové skladby při obhospodařování lesů In: Zvýšení podílu přírodě blízké porostní složky lesů se zvláštním statutem ochrany.* Kostelec nad Černými lesy: Brno, Praha, MZLU a ČZU. ISBN 9788071579472.
- MIRSCHER, F.; ZERBE, S.; JANSEN, F.; *Driving factors for natural tree rejuvenation in anthropogenic pine (Pinus sylvestris L.) forests in NE 62 Germany.* *Forest ecology and management: Forest ecology and management* 2011. 261. s. 683–694. ISSN 0378-1127.
- NILSSON, U., GEMMEL, P., JOHANSSON, U., KARLSSON, M., WELANDER, T. *Natural regeneration of Norway spruce, Scots pine and birch under Norway spruce shelterwoods of varying densities on a mesic-dry site in southern Sweden.* *Forest Ecology and Management.* 2002, 161: 133–145. ISSN 03781127
- PARDOS, M.; MONTES, F.; ARANDA, I.; CANELLAS, I. *Influence of environmental conditions on gemitant survival and diversity of Scots pine (Pinus sylvestris L.) in central Spain.* *European Journal of Forest research.* 2007, vol. 126, no. 1, s. 37–47. ISSN 1612-4677.
- POKORNÝ, J.; MATOUŠKOVÁ, V.; KONEČNÁ, M. *Stromy.* 1. vyd. Praha: Aventium nakladatelství, s.r.o., 2003. 223 s. ISBN 978-80-7151-147-2.
- POLANSKÝ, B. *Pěstění lesů.* 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1955. 371 s.
- POLENO, Z., VACEK S., PODRÁZSKÝ, V. 2007. *Pěstování lesů.* Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. ISBN 978-80-87154-07-6.
- POLENO, Z.; VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; MIKESKA, M.; KOBLIHA, J.; BÍLEK, L. *Pěstování lesů.* 1.vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. 315 s. ISBN 978-80-87154-07-6

POLENO, Z.; VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; MIKESKA, M.; KOBLIHA, J.; BÍLEK, L. *Pěstování lesů II. – Teoretická výchova pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. 486 s. ISBN 978-80-87154-09-0.

POLENO, Z.; VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; ŠTEFANČÍK, I.; MIKESKA, M.; KOBLIHA, J.; KUPKA, I.; MALÍK, V.; TURČÁNI, M.; DVOŘÁK, J.; ZATLOUKAL, V.; BÍLEK, L.; BALÁŠ, M.; SIMON, J. *Pěstování lesů III. – Praktické postupy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. 948 s. ISBN 978-80-87154-34-2.

SANIGA, M. a VENCURIK, J., 2007. *Dynamika štruktúry a regeneračné procesy lesov v rôznej fáze prebudovy na výberkový les v LHC Korytnica*. 1. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. Vedecké štúdie, 1/2007/A. ISBN 978-80-228-1747-9.

SCHIELER K. a SCHADAUER K., 1993. *Zuwachs und Nutzung nach der Österreichischen Forstinventur 1986/90*. Osterr. Forstzeitung 104: 4: 22 - 23.

SLODIČÁK, M.; NOVÁK, J.; DUŠEK, D.; *Lesnický průvodce – Výchova porostů borovice lesní. Strnady*: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2013. 23 s. ISBN 978-80-7417-069-0.

TIEBEL, K. *Which factors influence the density of birch (Betula pendula Roth) seeds in soil seed banks in temperate woodlands?* European journal of forest research. 2021, vol. 1, s. 101. ISSN: 1612-4669.

ULBRICHOVÁ, I.; JANEČEK, V.; VÍTÁMVÁS, J.; ČERNÝ, T.; BÍLEK, L. *Clonná obnova borovice lesní (Pinus sylvestris L.) ve vztahu ke stanovištním a porostním podmínkám*. Zprávy lesnického výzkumu. 2018, vol. 63, no. 3, s. 153–164.

VACEK, S.; BÍLEK, L.; VACEK, Z.; REMEŠ, J.; ŠTEFANČÍK, I. et al. *Přírodě blízké pěstování lesů*. [Praha]: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2023. ISBN 978-80-213-3256-0.

VACEK, S., MALÍK V., KAŠÍKOVÁ V. 2006. *Biotechnické metody přiblížení kulturních forem lesa přírodě blízkému stavu ve ZCHÚ*. In: *Zvýšení podílu přírodě blízké porostní složky lesů se zvláštním statutem ochrany*. Kostelec nad Černými lesy: Brno, Praha, MZLU a ČZU. ISBN 8071579475.

VACEK, S. *Pěstování lesů*. 70. vyd. Praha: Lesnická práce, s.r.o., 2006. 72 s. ISBN 80-213-1573-3.

VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V. *Pěstování lesů – Přírodě blízké hospodářství v podmínkách střední Evropy*. 1. vyd. Praha: Lesnická práce, s.r.o., 2006. 71 s. ISBN 80- 213-1561-X.

VACEK, S.; REMEŠ, J.; VACEK, Z.; BÍLEK, L.; ŠTEFANČÍK, I. et al. *Pěstování lesů*. Vydání: druhé (upravené a doplněné). V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2022. ISBN 978-80-213-3203-4.

VACEK, S., SIMON, J., REMEŠ, J. 2007. *Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. ISBN 978-80-86386-99-7.

VACEK, Z.; VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V. a BALÁŠ, M. *Lesní ekosystémy a jejich management*. V Praze: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2020. ISBN ISBN:978-80-213-3059-7.

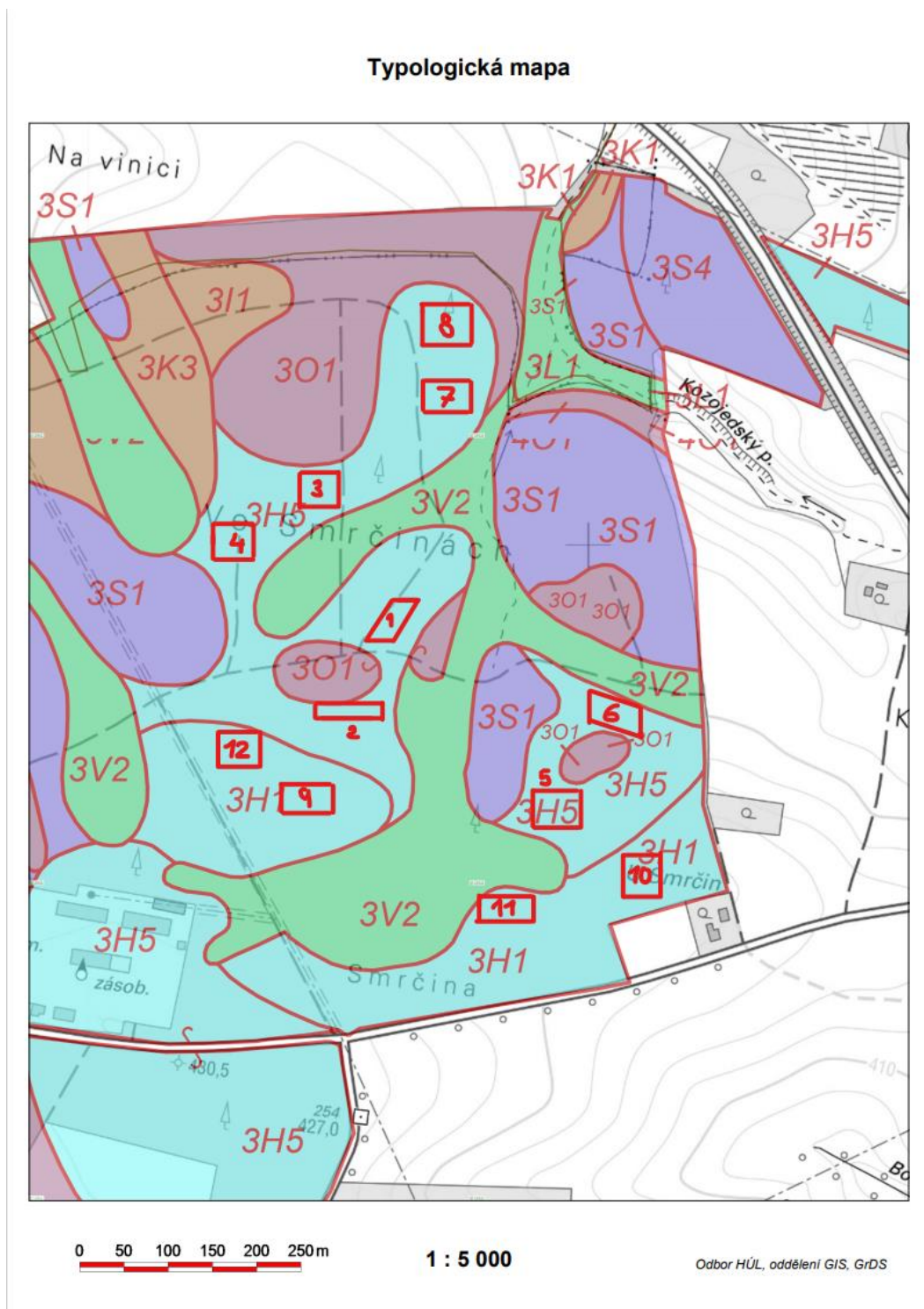
ZLATNÍK, A. 1956: *Typologické podklady pěstění lesů – nástin lesnické typologie na geobiocenologickém základě a rozlišení československých lesů podle skupin lesních typů*, In: Polanský, B. et al., 1956: *Pěstění lesů III*, SZN, Praha.

ZÚBRIK, M. 1994. *Kôrovnicca kaukazská - významný škodca jedle*. *Les*. **50**(8), 21-22.

10 Seznam příloh

Obrázek 1 Typologická mapa s vyznačením výzkumných ploch.....	60
Obrázek 2 Ilustrační snímek z plochy č.2 pod porostní clonou.....	61
Obrázek 3 Ilustrační snímek z plochy č.4 pod porostní clonou.....	61
Obrázek 4 Ilustrační snímek z plochy č.6 pod porostní clonou.....	62
Obrázek 5 Ilustrační snímek z plochy č. 10 na holé ploše.....	62
Obrázek 6 Ilustrační snímek z plochy č.8 na holé ploše.....	63
Obrázek 7 Ilustrační snímek z plochy č.12 na holině	63

11 Přílohy



Obrázek 1 Typologická mapa s vyznačením výzkumných ploch



Obrázek 2 Ilustrační snímek z plochy č.2 pod porostní clonou



Obrázek 3 Ilustrační snímek z plochy č. 4 pod porostní clonou



Obrázek 4 Ilustrační snímek z plochy č.6 pod porostní clonou



Obrázek 5 Ilustrační snímek z plochy č. 10 na holé ploše



Obrázek 6 Ilustrační snímek z plochy č.8 na holé ploše



Obrázek 7 Ilustrační snímek z plochy č.12 na holině