

**Česká zemědělská univerzita v
Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra ekologie lesa



Vliv těžby mateřského porostu na přirozenou obnovu *Pinus sylvestris* pod porostem (LS Hluboká nad Vltavou)

Diplomová práce

Autor: Bc. Jiří Pavlík, DiS.

Vedoucí práce Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D.

2020



**Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autor práce:	Bc. Jiří Pavlík, DiS.
Studijní program:	Lesní inženýrství
Obor:	Lesní inženýrství
Vedoucí práce:	Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D.
Garantující pracoviště:	Katedra ekologie lesa
Jazyk práce:	Čeština
Název práce:	Vliv těžby mateřského porostu na přirozenou obnovu <i>Pinus sylvestris</i> pod porostem (Hluboká)
Název anglicky:	The effect of mature stand felling to the to the <i>Pinus sylvestris</i> natural regeneration in understory (Hluboká)
Cíle práce:	Vyhodnotit poškození přirozené obnovy borovice pod porostem po snížení zápoje mateřského porostu a dále zhodnotit případnou změnu výškového přírůstu této obnovy v prvním roce po zásahu.
Metodika:	Metodika: 1. Získání základního přehledu na základě publikovaných informací k danému tématu. 2. Opětné zhodnocení ploch, které byly založeny již pro předcházející BP. 3. Vyhodnocení počtů zničené obnovy a zhodnocení typů a míry poškození těžbou u zbývajících jedinců. 4. Změření výškového přírůstu obnovy pro porovnání s předchozím hodnocením. 5. Vyhodnocení případné změny stanovištních podmínek (mateřského porostu, světelných podmínek,

povrchu půdy).
6. Zpracování práce po formální stránce.

Doporučený rozsah práce: 40-50 str.

Klíčová slova: borovice lesní, přirozená obnova, obnova pod porostem

Doporučené zdroje informací:

1. de Chantal M., Leinonen K., Kuuluvainen T., Cescatti A. (2003): Early response of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings to an experimental canopy gap in boreal spruce forest. *Forest Ecology and Management* 176: 321-336.
2. Luoma S. (1997): Geographical pattern in photosynthetic light response of *Pinus sylvestris* in Europe. *Functional Ecology* 11(3): 273-281.
3. Sloup M., Lehnerová L. (2016): Vliv prvních výchovných zásahů na růst a vývoj borové mlaziny z přirozené obnovy. *Zprávy lesnického výzkumu* 61 (3): 213-222.
4. Strand M., Löfvenius M.O., Bergsten U., Lundmark T., Rosvall O. (2006): Height growth of planted conifer seedlings in relation to solar radiation and position in Scots pine shelterwood. *Forest Ecology and Management* 224 (3): 258-265.

Předběžný termín obhajoby: 2019/20 LS - FLD

Elektronicky schváleno: 9. 12. 2019
prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.
Vedoucí katedry

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Vliv těžby mateřského porostu na přirozenou obnovu *Pinus sylvestris* pod porostem (LS Hluboká nad Vltavou)“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Ivy Ulbrichové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské 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 Praze, dne

Poděkování:

Děkuji Ing. Ivě Ulbrichové, Ph.D. za pomoc při zpracování diplomové práce.

Děkuji své rodině za neocenitelnou podporu při studiu.

Děkuji Ing. Tomáši Foitovi, emeritnímu lesnímu správci za umožnění zpracování tématu diplomové práce v lesních porostech, které jsou ve správě LČR, s.p., LS Hluboká nad Vltavou.

Abstrakt:

V rámci podrobného hospodaření s borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) v lesních porostech LČR, s.p., LS Hluboká nad Vltavou bylo v měsících říjnu a listopadu 2019 provedeno terénní šetření na revíru Ševětín, které mělo za cíl zhodnotit vliv těžby mateřského porostu na přirozenou obnovu borovice lesní (BO) pod mateřským porostem. Ve vybraném porostu již byly v roce 2017 studovány dendrometrické parametry přirozené obnovy BO a faktory prostředí, které bezprostředně ovlivňují četnost, růst a kvalitu BO náletů a nárostů. Ve zvolených 8 čtvercových plochách o výměře 0,25 ha bylo v pravidelném rozmístění stabilizováno 5 kruhových zkusných plošek o výměře 7,07 m², ve kterých se uskutečnilo podrobné šetření. Celkem bylo změřeno 352 ks jedinců přirozené obnovy BO o výšce 25 cm +. U každého jedince byla změřena výška a výškové přírůsty za posledních pět let. Zároveň bylo zaznamenáváno poškození jedinců a původ tohoto poškození. Současně bylo na základě hemisférických fotografií provedeno vyhodnocení fotosynteticky aktivního záření. V každé z osmi čtvercových zkusných ploch bylo provedeno svěrkování mateřského porostu naplno, s následným výpočtem jeho zásoby.

Počty přirozené obnovy meziročně poklesly z průměrných 14 300 ks . ha⁻¹ (zjištěných v roce 2017) na 12 500 ks . ha⁻¹. Jako nejvýznamnější faktor negativně ovlivňující četnost přirozené obnovy BO byla vyhodnocen vliv spárkaté zvěře (45 % poškozených jedinců), zejména černé, následovaný negativními faktory těžby mateřského porostu (27 % poškozených jedinců). Z hlediska změny dendrometrických parametrů zejména výšky a výškových přírůstů jedinců byly jejich hodnoty nejvýrazněji ovlivněny změnou stavu zásoby mateřského porostu ($r = 0,30$). Vzhledem k tomu, že zároveň byla výška jedinců negativně korelována úrovní difuzního záření, resp. parametrem otevřenosti zápoje ($r = - 0,20$ až $- 0,21$), lze příznivý vliv těžby na výšku nárostů vysvětlit snížením kořenové konkurence a zvýšeným podílem dostupných živin.

Klíčová slova: Borovice lesní, přirozená obnova, těžba, fotosynteticky aktivní radiace, LS Hluboká nad Vltavou.

Abstract:

Investigation of natural regeneration of scotch pine (*Pinus sylvestris*) was performed in the forests of Lesy České republiky, s.p., forest district Hluboká nad Vltavou, during october – november 2019. Experimental plots were selected in 8 localities and detailed data collection was performed on regularly selected 5 repetition within each locality. Dendrometric parameters of young individuals of scotch pine that were measured: The height and height increment over the last five years and damage of different origin. At the same time there were evaluated dendrometric parameters of the mature forest stand, such as the diameter in 1,3 m aboveground and the height. The hemispherical photos were taken to evaluate the photosynthetically active radiation.

Average numbers of natural regeneration decreased from 14 300 ind/ha (measuring 2017) to 12 500 ind/ha in 2019. As the most significant factor for the decreasing quantity of the natural regeneration of scotch pine was determined the influence of the wild game, whose effect was negative (45 % of proven damages) and the effects of the mature forest stand harvest (27 % of proven damages). In terms of measured values of the young individuals (the height and the height increment over the last five years) the change of the mature forest stand's supply was the most significant factor ($r = 0,30$). Although the basic dendrometric parameters (such as the height and the height increment) by the diffuse FAR, resp. openness of the canopy ($r = -0,20$, resp. $-0,21$) were negative affected, the benefits of the mature trees harvest such as the reduction of the root's competition and increasing of the soil nutrients availability can be seen.

Keywords: *Pinus sylvestris*, natural regeneration, harvest, photosynthetically active radiation, forest district Hluboká nad Vltavou

Obsah:

Abstrakt	6
Abstract	7
Obsah	8
Seznam tabulek, obrázků a grafů	10
Seznam použitých zkratk a symbolů	12
1. Úvod.....	13
1.1 Cíle práce	14
2. Literární rešerše	15
2.1. Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>).....	15
2.1.1. Popis druhu	15
2.1.2. Rozšíření	18
2.1.3. Ekologie	19
2.2. Obnova borových porostů	23
2.2.1. Umělá obnova	23
2.2.2. Přirozená obnova	23
2.3. Těžba dříví	25
2.3.1. Těžební technologie	25
2.4. Základní údaje o LHC Hluboká nad Vltavou.....	26
2.4.1. Klimatické a hydrologické poměry.....	28
2.4.2. Pedologické poměry	28
3. Metodika	32
3.1. Charakteristika revíru Ševětín	32

3.1.1. Charakteristika porostu	33
3.1.2. Provedená obnovní těžba.....	34
3.2. Terénní měření	35
3.2.1. Zjišťované dendrometrické parametry mateřského porostu	37
3.2.2. Zjišťované parametry přirozené obnovy BO.....	37
3.3. Statistické vyhodnocení	40
4. Výsledky	40
4.1. Zásoba mateřského porostu.....	40
4.2. Četnost jedinců přirozené obnovy	42
4.3. Dendrometrické parametry	45
4.3.1. Výška jedinců	46
4.3.2. Průměrné výškové přírůsty.	48
4.4. Světelné podmínky	52
5. Diskuze	59
5.1. Zásoba mateřského porostu	59
5.2. Četnosti	60
5.3. Výškové přírůsty	62
5.4. Změna světelného záření v porostu	62
5.5. Návrhy na další práci s porostem	64
6. Závěr	65
7. Seznam literatury a použitých zdrojů	66
8. Přílohy	71

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Obr. č. 1: Borovice lesní, s. 15

Obr. č. 2: Mapa areálu borovice lesní, s. 18

Obr. č. 3: Přehledová mapa revíru Ševětín, s. 32

Obr. č. 4: Porostní mapa JPRL 520 A 10a, s. 33

Obr. č. 5: Rozmístění zkusných ploch v porostu 520 A 10a, s. 36

Obr. č. 6: Obr. č. 6: Vyhodnocení jednotlivých snímků v programu WinSCANOPY 2012a, s. 39

Tab. č. 1: Příslušnost LHC k PLO, s. 27

Tab. č. 2: Organizační členění LHC, s. 27

Tab. č. 3: Zastoupení LVS na LHC Hluboká n/Vlt., s. 28

Tab. č. 4: Zastoupení HS na LHC Hluboká nad Vltavou, s. 31

Tab. č. 5: Zásoba mateřského porostu v jednotlivých čtvercích před a po těžbě, s. 41

Tab. č. 6: Příčina odumření jedinců přirozené obnovy, s. 44

Tab. č. 7: Korelační matice, s. 45

Tab. č. 8: Výsledky meziročního porovnání parametru otevřenosti zápoje, s. 53

Tab. č. 9: Výsledky fotosynteticky aktivního záření v členění dle jednotlivých zkusných ploch (výsledky z roku 2017 a 2019), s. 54

Graf č. 1: Zastoupení dřevin na LHC Hluboká nad Vltavou, s. 30

Graf č. 2: Rozdělení lesa na LHC Hluboká nad Vltavou dle kategorií, s. 31

Graf č. 3: Úbytek zásob dřevní hmoty v jednotlivých čtvercích, s. 41

Graf č. 4: Četnost jedinců dle jednotlivých zkusných ploch, s. 42

- Graf č. 5: Porovnání průměrných četností mezi roky 2017 a 2019, s. 43
- Graf č. 6: Výšky jedinců dle jednotlivých zkusných ploch, s. 46
- Graf č. 7: Porovnání výšky jedinců v jednotlivých letech, s. 47
- Graf č. 8: Průměrné výškové přírůsty dle jednotlivých zkusných ploch, s. 48
- Graf č. 9: Porovnání průměrných výškových přírůstů mezi roky 2017 a 2019, s. 49
- Graf č. 10: Relativní výškové přírůsty v roce 2019, s. 50
- Graf č. 11: Meziroční porovnání závislosti relativních výškových přírůstů na parametru otevřenosti zápoje v letech 2017 a 2019, s. 51
- Graf č. 12: Meziroční porovnání relativních výškových přírůstů v letech 2017 a 2019, s. 53
- Graf č. 13: Graf závislosti přímého slunečního záření na zásobě mateřského porostu, s. 55
- Graf č. 14: Meziroční porovnání hodnot parametru otevřenosti zápoje, s. 56
- Graf č. 15: Meziroční porovnání hodnot přímého slunečního záření v letech 2017 a 2019, s. 57
- Graf č. 16: Graf závislosti relativního přírůstu na hodnotě difuzního záření v roce 2019, s. 58
- Graf č. 17: Meziroční porovnání hodnot difuzního záření v letech 2017 a 2019, s. 59

Seznam použitých zkratek a symbolů

ČSOT – československé objemové tabulky

D1,3 – výčetní výška v 1,3 m nad zemským povrchem

CHS – cílový hospodářský soubor

H – výška jedince

HA – harvestor

HR – hydraulická ruka

MCVT – maximální celková výše těžeb

MES – manipulačně – expediční sklad

MPRV – minimální plošný rozsah výchov v porostech do 40ti let

PŘP – přenosná řetězová pila

SK – surový kmen

SLKT – speciální lesní kolový traktor

SLT – soubor lesních typů

UKT – univerzální kolový traktor

VT – vyvážecí traktor

1. Úvod

Borovice lesní (*Pinus sylvestris*) (BO) je po smrku ztepilém druhou nejvýznamnější hospodářskou dřevinou, která je v České republice (ČR) pěstována na 425 687 ha, což představuje zastoupení na 16,2 % plochy lesních porostů (MZe, 2019). Význam BO pro lesní hospodářství ČR je dán jednak ekologicky, kdy je BO dřevinou s největší ekologickou valencí (Červenský, 2017; Musil, 2003), která je tolerantní jak vůči klimatickému suchu tak i nízkým teplotám a je na mnohých stanovištích nezastupitelná (stanoviště na písčitých substrátech, skály, rašeliny) (Ammon, 2004; Koblížek, 1994) a také ekonomicky, protože jde o dřevinu významnou z hlediska pilařského zpracování, kdy je její dřevo využíváno v širokém spektru průmyslových aplikací (od truhlářského řeziva, přes stavební řezivo, výrobu OSB desek až po zpracování buničiny v papírenském a chemickém průmyslu) a také pro produkci vánočních stromků (Musil, 2003).

Z hlediska zastoupení je pravděpodobné, že význam BO bude v budoucnosti ještě stoupat, nejen z důvodu doporučeného procentuálního zastoupení, které činí 16,8 % (MZe, 2019; Musil, 2003), ale zejména z důvodu nastávající klimatické změny, kdy lze v souvislosti s masivním ústupem SM na stanovištích ohrožených klimatickým suchem uvažovat o BO jako o jedné z významných dřevin, která bude nahrazovat SM jako cílová dřevina, a nebo bude zakomponována do porostních směsí v různých fázích přechodu k druhově a prostorově pestrému smíšenému lesu (Kozel, 2016; Košulič, 2010).

BO je v lesních porostech v ČR obnovována jak uměle, tak přirozeně (Kantor, 1994). Z hospodářských způsobů je nejčastěji využíván jednak hospodářský způsob násečný, kdy je BO přirozeně obnovována z mateřských stromů, které tvoří porostní stěnu (boční nálet semen), ale zejména hospodářský způsob holosečný s ponechanými výstavky rodičovských stromů, které tvoří genetický základ následné generace lesa (Šindelář, 2004; Kantor, 1994). Využití výběrných principů je možné i v porostech s převahou borovice lesní (Košulič, 2010).

Přirozená obnova BO pod porostem v rámci ČR není příliš zastoupena (Šindelář, 2004). Lokalit, kde se obnově BO pod porostem cíleně věnují je velmi málo, řádově lze uvažovat o jednotkách případů (Doksy, Plasy, Třeboň).

Důvodů, proč se zabývat obnovou BO pod porostem ve vyšší míře než doposud je vícero. Jako nejzásadnější bych uvedl ekologické výzvy nadcházející klimatické změny, kdy přechod od holosečného hospodaření k citlivějším formám obnovy lesa bude jednou z alternativ, jak zajistit samotné přežití lesa na ohrožených stanovištích. Dále je vhodné se tímto způsobem obnovy zabývat v lesích ochranných a lesích zvláštního určení (typicky stanoviště SLT 0Z – reliktní bory), kdy mnohdy dochází k rozpadu porostů vlivem fyzického věku mateřského porostu a nelze z různých důvodů (např. ochrana půdy proti erozi) uvažovat o jiném způsobu obnovy. Posledním významným důvodem, kdy je vhodné uvažovat o obnově BO pod porostem je pěstování vybraných ekotypů BO, v tomto případě náhorního (stožeckého) ekotypu borovice lesní. Tento ekotyp BO se chová jako klimaxová dřevina (Červenský, 2017; Košulič, 2010; Šindelář, 2004) a je tedy vhodné obnovovat jej pod porostem.

1.1. Cíle práce

Cílem této diplomové práce je vyhodnocení vlivu těžby, resp. zvolené technologie těžby na přirozenou obnovu BO pod mateřským porostem. V rámci vybraných ukazatelů přirozené obnovy BO a změny dendrometrických veličin sledovaných jedinců BO obnovy pak vyhodnotit statisticky významné faktory ovlivněné provedeným těžebním zásahem, které mají dopad na přirozenou obnovu BO, zejména její četnost, poškození a změnu stanovištních podmínek.

2. Literární rešerše

2.1. Borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

2.1.1. Popis druhu



Obr. č. 1: Borovice lesní (*Pinus sylvestris*) (Roháček, 2007)

Jedná se o strom středních rozměrů, dorůstající na příznivém stanovišti výšky až 40 m s průměrem kmene až 1 m (Musil, 2003; Úradníček, 2003). Borovice lesní může dosahovat stáří až 300 let (Úradníček, 2003), nicméně v různých pramenech lze nalézt zmínky až více než 500 let starých

exemplářích (Musil, 2003). Koruna bývá u mladších stromů pravidelně kuželovitá (Kremer, 1995), nicméně s postupujícím věkem pravidelnosti ve tvaru koruny ubývá. Habitus koruny je v rámci druhu velmi proměnlivý. V severním a severovýchodním evropském areálu lze pozorovat spíše borovice se štíhlou korunou a jemným ovětvením, ve středoevropském a jihoevropském areálu převažují borovice s nepravidelně utvářeným kmenem, silnými větvemi a deštníkovitou korunou (Musil, 2003; Úradníček, 2003).

Kůra je u mladých jedinců poměrně hladká, hnědošedé barvy, později šedorůžová (Kremer, 1995). S přibývajícím věkem se v bazální části kmene tvoří silná borka, ve vyšší části kmene je pak kůra hladká, místy jemně šupinatá, červenohnědé barvy.

Kořenový systém je mohutný, většinou se zachovalým kúlovým kořenem, který sahá 1,5 – 3 m hluboko (v suchých, písčítých půdách ještě hlouběji); časté jsou i boční kořeny, které se posléze obracejí dolů (Musil, 2003). Na pohyblivých písčích mohou vznikat chůdovité kořeny (Musil, 2003). Díky uvedenému kořenovému systému u borovice netrpí vývraty, nicméně díky poměrně křehkému dřevu je náchylná na korunové zlomy (Úradníček, 2003).

Jehlice, délky 3 – 8 cm jsou směstnané po dvou na drobných brachyblastech a vytrvávají na větvích asi tři roky, na suchých stanovištích pouze dva roky, v horách a na severu areálu čtyři roky i více (Úradníček, 2003; Kremer, 1995).

BO kvete v měsících dubnu až červnu (Musil, 2003; Kremer 1995). Na stromech se obvykle vyskytují samčí i samičí šištice, nicméně u některých exemplářů může převládat jedno pohlaví (Musil, 2003; Úradníček, 2003). Samčí a samičí šištice bývají na tomtéž stromě nepravidelně rozmístěny (Úradníček, 2003). Začátek doby plodnosti lze v zapojených porostech pozorovat mezi 30. a 40. rokem, u solitérních jedinců to může být již kolem 15. roku (Úradníček, 2003).

Borovice obvykle plodí každým rokem (Úradníček, 2003), nicméně vydatné semenné roky se dostavují v průměru každý 3. až 6.rok (Musil, 2003). V prvním roce dorůstají šišky velikosti lískového oříšku, ve druhém roce pak dorůstají normální velikosti (3 – 6 cm) a dozrávají; v předjaří třetího roku pak vylétává semeno (Musil, 2003; Úradníček, 2003). Semena jsou hnědá až černá s kleštičkově objímajícím křídlem (Musil, 2003). Semena mají dobrou klíčivost; při dobrém uskladnění jsou životaschopná i po patnácti letech (Musil, 2003). Průměrná hmotnost 1000 ks semen je 6,3 g; semena severních provenienčních ekotypů jsou zhruba poloviční (Musil, 2003).

Semenáček mívá větší počet děložních lístků, ke kterým ještě v prvním roce přiroste svazeček jehlic (Úradníček, 2003). Růst je v mládí velmi rychlý – roční přírůsty mohou dosahovat až 80 cm (Musil, 2003), kulminuje pak mezi 15. až 25. rokem života a končí kolem 100. roku (Musil, 2003; Úradníček 2003).

2.1.2. Rozšíření



Obr. č. 2: Mapa areálu Borovice lesní (USDA Forest Service, 1966)

Borovice lesní patří k nejrozšířenějším euroasijským druhům nahosemenných dřevin. V rámci Evropy dosahuje její plošné zastoupení cca. 64 mil. ha; na Sibiři je to až 100 mil. ha (Úradníček, 2003). Areál rozšíření je velmi rozlehlý. Na jihu Evropy zasahuje až do pohoří Sierra Nevada, na severu Evropy její rozšíření dalece překračuje hranici polárního kruhu (Musil, 2003; Úradníček, 2003). Západní hranici areálu tvoří Skotsko, nicméně v Anglii a Irsku jako původní dřevina chybí (Úradníček, 2003). Na východě areálu zaujímá obrovská území zahrnující v podstatě celou Sibiř až k Ochotskému moři (Úradníček, 2003). Borovice lesní vytváří mnoho ekotypů lišících se tvarem kmene, koruny a ovětvením (Úradníček, 2003). Severský klimatyp zaujímá prostor vymezený přibližnou spojnicí od řeky Labe, přes severní hranici sudetských pohoří, dále od severní hranice Karpat, přes severní hranice ukrajinských a jihoruských stepí až na východ Sibiře (Musil, 2003). Stepní klimatyp zaujímá užší, nesouvislé pásmo podél jihovýchodní hranice areálu druhu; v ruské části toto pásmo zaujímá jižní

hranici západosibiřského areálu (Musil, 2003). Horský klimatyp se vyskytuje v jižní a střední části areálu, převážně v ostrůvkovitých, izolovaných horských soustavách a na extrémních stanovištích (Musil, 2003). Území České republiky se nachází uvnitř areálu hercynského ekotypu (Úradníček, 2003), nicméně nevytváří zde souvislé lesní pásmo, ale vyskytuje se zde ostrůvkovitě (Musil, 2003). V lesnické praxi jsou vylišovány regionální populace – ekotypy, které se vyznačují určitými typickými vlastnostmi – např. borovice jihočeská (třeboňská), která se cení zejména pro tvárnost kmene a jakost dřeva, dále borovice šumavská (stožecká), polabská, týništská, západočeská, severočeská, na Moravě svratecká (oblast Českomoravské vrchoviny), heraltická (oblast Nízkého Jeseníku), záhorská (hodonínská) a karpatská (oblast Bílých Karpat) (Máchová eds., 2016).

Vertikální rozložení druhu lze v rámci areálu popsat od 0 po 2200 m.n.m., nicméně kavkazské ekotypy mohou dostupovat až do výšky cca. 2600 m.n.m. (Musil, 2003). V ČR lze vertikální rozložení BO vymezit v intervalu 115 m.n.m. (výtok Labe z ČR v oblasti Hřenska) až po 1070 m.n.m. v oblasti Plešného jezera na Šumavě (Musil, 2003). Původní rozšíření BO v Čechách má své těžiště v mezofytiku, v montánním vegetačním stupni je zastoupena pouze roztroušeně (Musil, 2003).

2.1.3. Ekologie

Borovice je adaptována na široký rozsah klimatických podmínek. Roste na územích s délkou vegetační doby 90 – 200 dní. V preboreálu borovice rychle ovládla střední Evropu, později byla z lepších stanovišť vytlačena expanzí dřevin tolerantnějších k zastínění (Musil, 2003). Autochtonní porosty se zachovaly pouze v izolovaných reliktních, nebo extrémnějších stanovištích (Musil, 2003).

Světelné záření

Sluneční záření je rozhodujícím vstupem energie do biosféry a je nezávisle proměnnou složkou všech ekosystémů (Slavíková, 1986). Maximum hustoty světelného záření dopadajícího na zemský povrch je v oblasti viditelného záření, tzn. v rozsahu vlnových délek 380 až 750 nm, které zhruba odpovídá fotosynteticky aktivnímu záření (FAR) (Slavíková, 1986). Záření dopadající na zemský povrch lze rozdělit na přímé a rozptýlené (difuzní), které vzniká rozptylem světla na molekulách vzduchu a jeho aerosolových částicích (Rožnovský, 1994). U rostlin dochází na aktivním povrchu, kterým je list, resp. jehlice k modifikacím dopadajícího slunečního záření, kterými jsou: 1. Reflexe – odraz světelného záření od povrchu listu, resp. jehlice; 2. Absorpce – pohlcování světelného záření listem a 3. Transmise – spektrální změna záření, které prošlo listem, resp. jehlicí (Slavíková, 1986). Adaptabilitou na sluneční záření lze rostliny dělit do třech skupin: 1. Heliofyty – rostoucí na stanovištích se 100% relativní ozářeností; 2. Heliosciofyty – druhy snášející 100% relativní ozářenost, nicméně tolerantní k různému stupni zastínění a 3. Sciofyty – druhy rostoucí v přírodě pouze na zastíněných stanovištích (Slavíková, 1986). Borovice lesní náleží k heliosciofytům (Nárovcová eds., 2012). BO je dřevinou světlomilnou, neschopnou růstu v semknutých porostech (Leugnerová, 2007; Musil, 2003; Úradníček, 2003), nicméně její světelné nároky v iniciálních stádiích růstu umožňují obnovu i v mírném zástínu (Bílek eds., 2017). Tato schopnost je zapříčiněna morfologickou adaptabilitou jehlic semenáčků na různé světelné podmínky, kdy je BO výrazně úspěšnější v zužitkování světelného záření než SM (de Chantal eds., 2003). Obecně borovými porosty proniká sluneční radiace korunami v podstatně větším množství, než v porostech smrkových – ve stadiu mlazin až tyčkovin jsou to až 10 x vyšší hodnoty záření dopadajícího na půdní povrch (Chroust, 1997). Tato skutečnost je zapříčiněna jinou morfologií jehlic a jejich hloučkovitým uspořádáním na větvích a periferiích korun (Chroust, 1997).

Ozářenost půdního povrchu v borových mlazinách dosahuje v průměru roku okolo 25 % světelné radiace; s přibývajícím věkem (cca. 10 – 20 leté porosty) klesá ozáření povrchu v závislosti na oblačnosti na 10 – 13% a dále ve stádiu tyčkovin až tyčovin klesala průměrná ozáření až na 6 % (Chroust, 1997). V rámci roku dochází ke kolísání ozáření půdního povrchu pod porostem, které je zapříčiněno různými faktory, zejména dorůstáním jehličí v průběhu jara a léta, kdy vzrůstá intercepční schopnost porostů a ozáření se pod porostem snižuje a také vlivem atmosférických podmínek, kdy za jasného počasí je ozáření povrchu nižší než při zvětšené oblačnosti (Chroust, 1997). Ozáření v porostech kteréhokoliv věku se v průběhu dne mění v závislosti na výšce Slunce nad obzorem – nejnižší hodnoty ozáření jsou v ranních hodinách, kdy převládá difusní záření, nejvyšší v poledních hodinách, kdy je výška Slunce nad obzorem kulminuje a kolmé paprsky snadněji pronikají korunami (Chroust, 1997). Ve starších porostech se ozáření opět zvyšuje a to buď vlivem přirozeného prořezávání, nebo výchovnými, resp. obnovními zásahy (Chroust, 1997).

Vodní režim

Voda je zásadním faktorem, který se účastní hlavních pochodů v ekosystému (Slavíková, 1986). Prakticky veškeré metabolické pochody rostlin jsou na vodě jako univerzálním rozpouštědle zcela závislé (Slavíková, 1986). Suchozemské rostliny jsou odkázány především na vodu obsaženou v půdě (Slavíková, 1986).

Potřebu vody je BO schopna krýt z mnohem větších hloubek než ostatní dřeviny, proto se vyskytuje i na stanovištích extrémně suchých, kde ostatní dřeviny nemají de facto šanci na přežití (Musil eds., 2007; Úradníček, 2003), nicméně je citlivá na výkyvy hladiny spodní vody (Soukup eds., 2004). Převážná část areálu, ve kterém BO roste má kontinentální charakter, s ročním úhrnem srážek 200 – 1780 mm (Musil eds., 2007; Leugnerová 2007). Pro borové porosty je příznačné jejich největší rozšíření v podmínkách srážkově chudších a v oblastech hlubokých, vodu

propustných písků (Chroust, 1997). Ačkoliv je borovice adaptována na deficitní vodní režim stanoviště, má voda pro její optimální vývoj a růst stejný význam jako pro ostatní dřeviny a na příznivější zásobení vodou reaguje zvýšením tloušťkového přírůstu (Chroust, 1997).

Nároky na živiny

Základním zdrojem živin terestrických rostlin je půdní prostředí (Slavíková, 1986). Půda svými chemickými a fyzikálními vlastnostmi určuje vodní režim rostlin a jejich zakotvení v terénu (Slavíková, 1986).

Borovice roste na nejrozmanitějších půdách různých hornin (Úradníček, 2003). Roste jak na mělkých, chudých písčitých půdách, tak na šterku, kamenitých sutích, skalních ostrozích, jakož i na rašelinných půdách a hadcích (Musil eds., 2007; Úradníček, 2003). Z úrodnějších půd byla borovice vytlačena konkurencí druhů, které jsou tolerantnější k zastínění (Musil eds., 2007; Úradníček, 2003). Na extrémních stanovištích (skály, rašeliny) často tvoří borovice pouze zákrsy (Musil eds. 2007; Úradníček, 2003). Jelikož se jedná o druh pionýrský, velice dobře se ujímá i na půdách, které byly zasaženy požárem (Úradníček, 2003), nebo které byly silně ovlivněny antropogenní činností. V rámci ekologické variability druhu jsou zajímavé ekotypy z jižní části Ruska, které jsou schopny růst na slaných půdách (Úradníček, 2003). Zcela zásadní je pro výživu borovice symbióza s mykorrhizními houbami, které zahrnují více než 120 druhů (Musil eds., 2007).

Teplota

Závislost životních funkcí rostlin na teplotě je různá a druhově specifická (Slavíková, 1986). Většina tuzemských dřevin je schopna snášet poměrně velký rozsah teplot (Slavíková, 1986). Borovice lesní se řadí k druhům, které jsou na teplotní amplitudu velmi málo citlivé a jsou schopny růst jak

v prostředí s vysokými teplotami (jih Španělska) tak v prostředí velice chladném, kdy přežívají na půdě téměř trvale zmrzlé (oblast Verchojanského pohoří na Sibiři) (Musil eds. 2007; Úradníček, 2003).

Z hlediska porovnání průběhu teplot mezi smrkovými a borovými porosty je vzhledem k vyšším hodnotám průniku světelného záření borovými korunami teplota v přízemních vrstvách vyšší než v porostech smrkových (Chroust, 1997). Toto má vliv i na teplotu půdy až do hloubky cca. 20 cm, kdy rozdíly teplot oproti smrkovým porostům činí 3 – 4°C (Chroust, 1997).

2.2. Obnova borových porostů

2.2.1. Umělá obnova

Při umělé obnově BO na holině je využíváno jak maloplošných, tak velkoplošných holých sečí do velikosti 1 ha; na hospodářském souboru přirozených borových stanovišť na písčitých půdách až do velikosti 2 ha holé seče bez omezení šíře (Zákon č. 289/1995 Sb.). Obnova lesa holosečná je charakterizována jednorázovým smýcením všech stromů na porostní ploše nebo její části (Kantor, 1994). Nový porost je posléze založen umělou výsadbou na holině (Kantor, 1994). V současné době je pro založení nového porostu využíváno jak prostokořenného sadebního materiálu, tak obalovaného sadebního materiálu, zejména semenáčků pěstovaných technologií na vzduchovém polštáři.

2.2.2. Přirozená obnova

Přirozenou obnovu BO je možné realizovat na holině pomocí náletu semen z mateřských stromů – výstavků, případně bočního náletu semen (Kantor, 1994) ze sousední porostní stěny, tak obnovy pod clonou mateřského porostu. Obnova borových porostů okrajovou holou sečí bočním náletem byla považována za nejvhodnější způsob jejich obnovy (Košulič, 2010).

Pro přirozenou obnovu pod porostem lze využít různé kombinace clonných sečí, nebo i seče výběrové (Košulič, 2010). Přestože borovice snáší zastínění méně než jiné dřeviny a je tedy méně vhodná pro výchovu v nestejnorodém lese, může se i přes relativně silné zaclonění dobře vyvíjet (Schütz, 2011). Těžištěm pro přirozenou obnovu borových porostů by měly být původní autochtonní porosty borovice, kde je nanejvýš vhodné tuto cennou dřevinu podle možností podporovat (Amonn, 2009), nicméně podpora přirozené obnovy borovice by měla být prioritní volbou i na stanovištích, která jsou pro BO vhodná, mj. i tam, kde původní edafické podmínky byly antropogenní činností negativně ovlivněny. Borovice je schopná se zmlazovat v dlouhých zmlazovacích obdobích pod zastíněním vlastními korunami, přičemž ale musí být dobře zásobována spodní vodou (Schütz, 2011). K výše uvedenému je ještě nutné uvést tu skutečnost, že přirozená obnova BO pod porostem vyžaduje odlišný přístup dle stanovištních podmínek. Na půdách minerálně chudších není riziko zabuřnění příliš vysoké, nicméně u půd bohatších na živiny je při snížení zakmenění na hodnotu 0,5 – 0,6 může docházet k zabuřnění a následným problémům s přirozenou obnovou (Košulič, 2010). Na druhou stranu je přirozená obnova BO na živných stanovištích odolnější vůči suchým periodám a mortalita semenáčků je pak v důsledku nižší než na stanovištích chudých (Kozel, 2016).

Vzhledem k faktu, že borové semeno je velmi citlivé z hlediska ujímavosti (Košulič, 2010), je v mnohých případech nutné využít mechanizovanou přípravu půdy po provedeném těžebním zásahu pro usnadnění inicializace přirozené obnovy na stanovišti. Jelikož se jedná o přípravu půdy pod stávajícím mateřským porostem, lze uvažovat pouze o čtyřech způsobech přípravy půdy – ručním rozrušením pokryvu, využitím nesené talířové frézy na UKT, naorávání pomocí jednoduchého ruchačla taženého koněm a o chemické přípravě půdy, kterou ale není de facto možné řešit mechové porosty zastoupené zejména druhy *Leucobryum glaucum*, *Entodon schreberi* a druhy rodu *Sphagnum*. V porostech, které bychom chtěli obnovovat výše uvedeným způsobem, tzn. pod clonou mateřského porostu

odpadá tedy možnost využití TTS bran a pluhu Kromberger pro mechanizovanou přípravu půdy, neboť tyto stroje jsou díky konstrukčním rozměrům vhodné pouze k využití na holině.

2.3. Těžba dříví

Těžbou dříví rozumíme soubor lesnických činností, kterými jsou realizována hospodářská opatření v konkrétních porostech, jejichž cílem je buď sklizeň stromů v mýtním věku, kdy hovoříme o těžbě obnovní (Kouba, 1994), nebo o těžbě výchovné, kdy je cílem jednak zlepšování kvality porostů, ale i získání určitého výnosu z lesa (Kouba, 1994), či se může jednat o těžbu nahodilou, při které dochází ke zpracování stromů poškozených působením různých přírodních, nebo antropogenních činitelů (Kouba, 1994). V rámci zpracování zadání této DP lze v této souvislosti hovořit o těžbě obnovní.

2.3.1. Těžební technologie

Těžební technologií rozumíme souhrnné označení těžebních prací, pro použitou těžební metodu, druh těžby, aplikované technologické a pracovní postupy i použité prostředky (Simanov, 1994).

V rámci LS Hluboká nad Vltavou převažovala v prvním desetiletí 21. století metoda kmenová, kdy kácení, odvětvení a manipulace byla prováděna pomocí PŘP, následné vyklizování a přibližování dříví na OM pomocí UKT, vybaveného mj. lanovým navijákem. Dříví bylo vyráběno formou krácených SK, které byly následně odvezeny na MES, kde bylo prováděno finální druhování.

V počátcích druhého desetiletí počala převažovat výrazně ekonomičtější metoda sortimentní, kdy kácení, odvětvení a manipulace je prováděna přímo na lokalitě P, případně OM, a to buď motomanuálně, pomocí PŘP, nebo harvestorem (HA). Vyklizování dříví je v případě motomanuální těžby prováděno vyvážecím traktorem (VT); v případě HA těžby harvestorem.

Přibližování a uložení dříví na OM je v obou případech prováděno VT. Metoda kmenová je i nadále v rámci LS využívána, nicméně pouze v porostech, kde je obtížné, resp. nemožné využití sortimentní metody, tzn. zejména na prudších svazích, nebo v porostech s méně únosným půdním povrchem. Tato metoda je z hlediska poškození, vznikajících na stojících stromech vlivem vlečení dlouhých kmenů výrazně méně šetrná, kdy dochází k poškození stromů až do výše cca. 25 %, kdežto v případě použití stromové metody je poškozováno cca. 5 % (Meng in Neruda, 2004).

Postupný přechod od metody kmenové k sortimentní vyžadoval a bude vyžadovat změnu technologické přípravy pracovišť, kdy nejzásadnějším rozdílem je hustota přibližovacích linek, resp. lesní cestní sítě. Při uplatnění harvesterových technologií je doporučena vzájemná vzdálenost linek cca. 20 – 25 m (Malík eds., 2007).

Běžné provozní podmínky také často vyžadují kombinaci jak těžebních metod, tak nasazených technologií, neboť např. dřevinná skladba porostů, únosnost terénu, způsob obnovy, resp. rozpracování porostů mnohdy vylučuje čistě sortimentní metodu, resp. nasazení harvesterových technologií.

2.4. Základní údaje o LHC Hluboká nad Vltavou

Rozloha PUPFL, které nyní obhospodařují LČR, s.p., LS Hluboká nad Vltavou je 11 400,89 ha, z toho na porostní půdu připadá 11 026,09 ha a zbývajících 374,8 ha na jiné a ostatní plochy. LHP pro LHC Hluboká nad Vltavou 1320 má platnost od 1.1.2011 do 31.12.2020. Závazné ukazatele dle výše uvedeného LHP jsou následující: MCVT 762 000 m³ dříví; MPRV 1595,67 ha.

Tab. č. 1: Příslušnost LHC k PLO

PLO	Plocha v ha	Zastoupení v %
10 - Středočeská pahorkatina	7214,86	65,43
15 - Jihočeské pánve	3811,23	34,57
Celkem	11026,09	100

Tab. č. 2: Organizační členění je LHC Hluboká nad Vltavou

Organizační členění LHC Hluboká n/Vlt.			
Číslo revíru	Název revíru	Výměra PUPFL (ha)	Z toho porostní plocha (ha)
1	Purkarec	1981,72	1920,92
2	Stará Obora	1807,33	1714,87
3	Poněšice	1946,58	1864,1
4	Radonice	1559,37	1527,54
5	Ševětín	2456,37	2398,28
6	Č. Budějovice	1649,52	1600,38
Celkem	Hluboká n/Vlt.	11400,89	11026,09

Převážná část LHC Hluboká nad Vltavou se rozkládá severně od Českých Budějovic. Území LHC je orograficky rozděleno do několika částí, ke kterým náleží Středočeská pahorkatina, Jihočeské pánve, Lišovský práh a Předhoří Šumavy a Novohradských hor. LHC Hluboká nad Vltavou zasahuje do dvou přírodních lesních oblastí, a to do PLO č. 10 – Středočeská pahorkatina (65,43 % plochy LHC) a PLO č. 15 – Jihočeské pánve (34,57 %). Nadmořská výška LHC kolísá v rozmezí 380 m.n.m (kaňon řeky Vltavy) až po nejvyšší bod 575 m.n.m (vrchol Velký Kameník). Charakteristický ráz krajiny dotváří četné rybníky v jihočeských pánvích, které významně ovlivňují vzdušnou vlhkost (LesInfo, 2011).

Tab. č. 3: Zastoupení LVS na LHC Hluboká nad Vltavou

LVS zastoupené na LHC Hluboká nad Vltavou		
LVS	Plocha (ha)	Zastoupení (%)
0	40,24	0,36
1	95,68	0,87
2	139,85	1,27
3	3314,99	30,06
4	7338,69	66,56
5	96,64	0,88
Celkem	11026,09	100

2.4.1. Klimatické a hydrologické poměry

Co se týče klimatických poměrů, tak vzhledem k poměrně nízké nadmořské výšce a geografické poloze v dešťovém stínu Šumavy spolu s vlivem šumavských föhnů je území LHC teplotně vcelku příznivé, avšak s význačným kontinentálním charakterem klimatu (Chábera eds., 1985). Kromě šumavských föhnů se na tomto typu podnebí podílejí také výrazné zimní inverze v jihočeských pánvích (Chábera eds., 1985). Průměrná roční teplota vzduchu kolísá od 7,1°C do 7,8°C, pouze území Lišovského prahu je chladnější, kde průměrná teplota vzduchu klesá pod 7°C.

Průměrný roční úhrn srážek kolísá od 580 mm (oblast českobudějovické pánve) po 650 mm v oblasti Lišovského prahu.

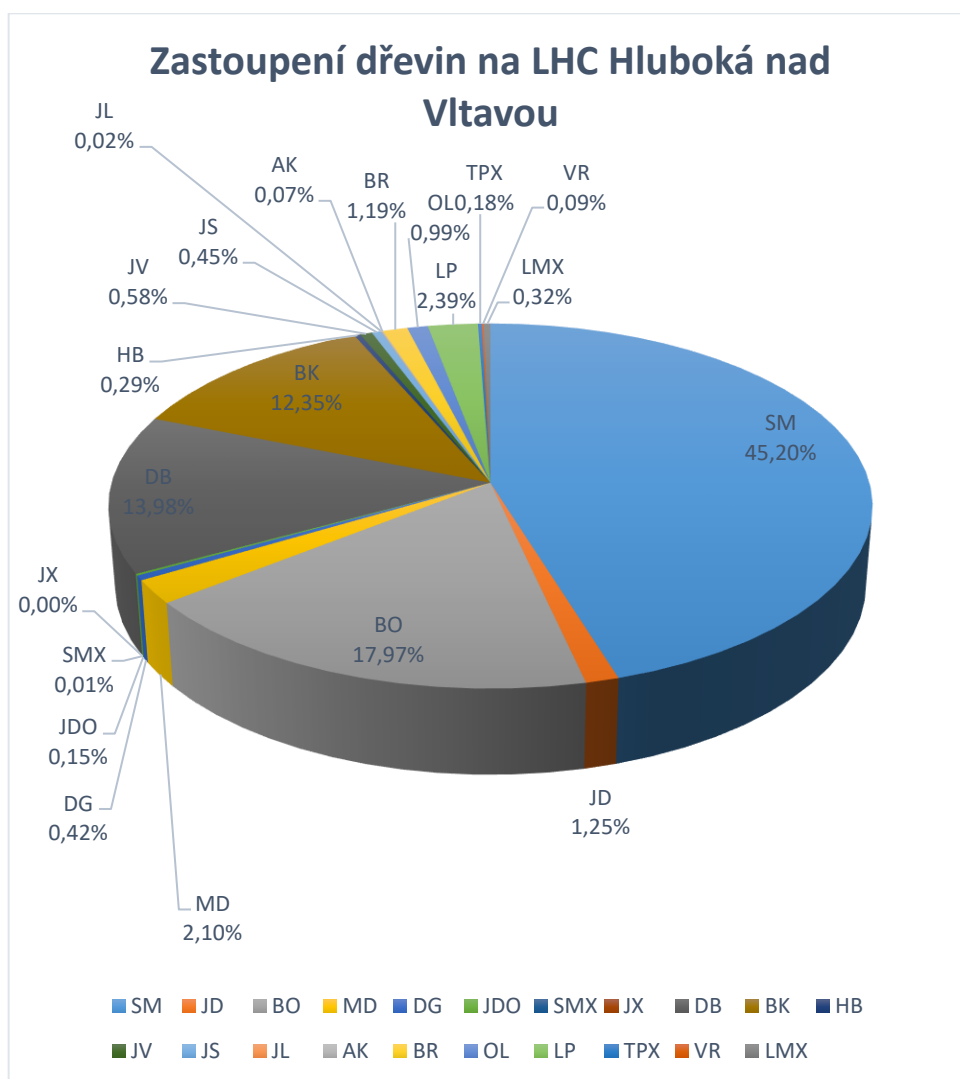
Hydrologicky je převážná část území LHC odvodňována řekou Vltavou, pouze východní okrajová část území, která se nachází v třeboňské pánvi je odvodňována řekou Lužnicí.

2.4.2. Pedologické poměry

Pedologické poměry na LHC Hluboká nad Vltavou zastupují následující skupiny půdních typů:

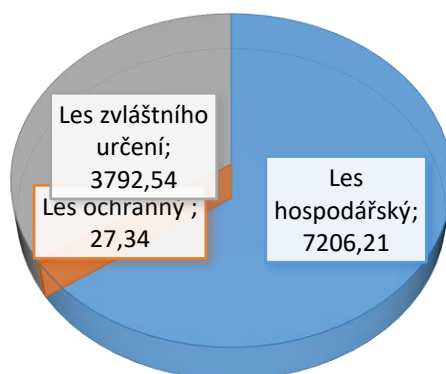
- Podzoly – půdy vznikající podzolizačním procesem. Půdní reakce je vždy kyselá, humifikace je zhoršená, fyzikální vlastnosti půdy jsou nepříznivé, biologická aktivita půdy je nízká (LesInfo, 2011)
- Luvizem – od podzolů se odlišují mj. tím, že nedochází k rozkladu jílových minerálů. V oblasti LHC se nachází výrazný subtyp – luvizem podzolová, která je na rozdíl od pravých luvizemí poměrně chudá, dosti písčité a kyselá (LesInfo, 2011)
- Pseudoglej – jedná se o půdní typ, který je významně zastoupen na LHC Hluboká nad Vltavou. Charakteristickým znakem je střídavé zamokřování a vysychání půdního profilu. Zamokřování je způsobeno neprostupnými jílovými vrstvami. V půdě dochází k rozkladu jílových minerálů stejně jako u podzolů. Humifikace je nepříznivá, proto dochází k přechodu humusových forem mor a moder. Fyzikální vlastnosti jsou zhoršené, často dochází k uléhávání půdních horizontů a zrašelinění => půdy jsou méně vzdušné a méně úrodné. Dostupnost živin je dobrá s výjimkou Ca (LesInfo, 2011).
- Organozem – půdy jsou typické vysokým obsahem minerálních látek a vysokou hladinou spodní vody. V oblasti LHC jsou zastoupeny ve dvou subtypech: přechodná organozem varianta oligotrofní, která je typická četným zastoupením rašeliníku a bohatým přívodem spodní vody, ale relativním nedostatek Ca. Druhý subtyp přechodná organozem varianta mezotrofní je typická vyšším obsahem půdních částic a poměrně vysokým obsahem živin => půdy s průměrnou až mírně nadprůměrnou produkcí (LesInfo, 2011).
- Kambizem – v oblasti LHC se vyskytuje zejména varieta nasycená kambizem, která se vytváří na horninách střední minerální síly. Humusová forma je moder, nebo mull-moder. Půda má příznivý obsah živin, s vysokým obsahem N. V půdním profilu se často vyskytuje skelet (LesInfo, 2011).
- Ranker – jedná se o dvoufázové, středně hluboké půdy, které vznikají na silikátových horninách na příkrých svazích. V oblasti LHC se vyskytuje varieta nasyceného rankeru s mullovou humusovou

formou, v půdním profilu se často vyskytuje skelet. Půdní typ je typický vysokou zásobou živin s dobrou nitrifikací => četné zastoupení nitrofilních druhů rostlin. V terénních depresích dochází k častému zamokřování těchto půd (LesInfo, 2011).



Graf č. 1: Zastoupení dřevin na LHC Hluboká nad Vltavou

Rozdělení lesa podle kategorií (ha)



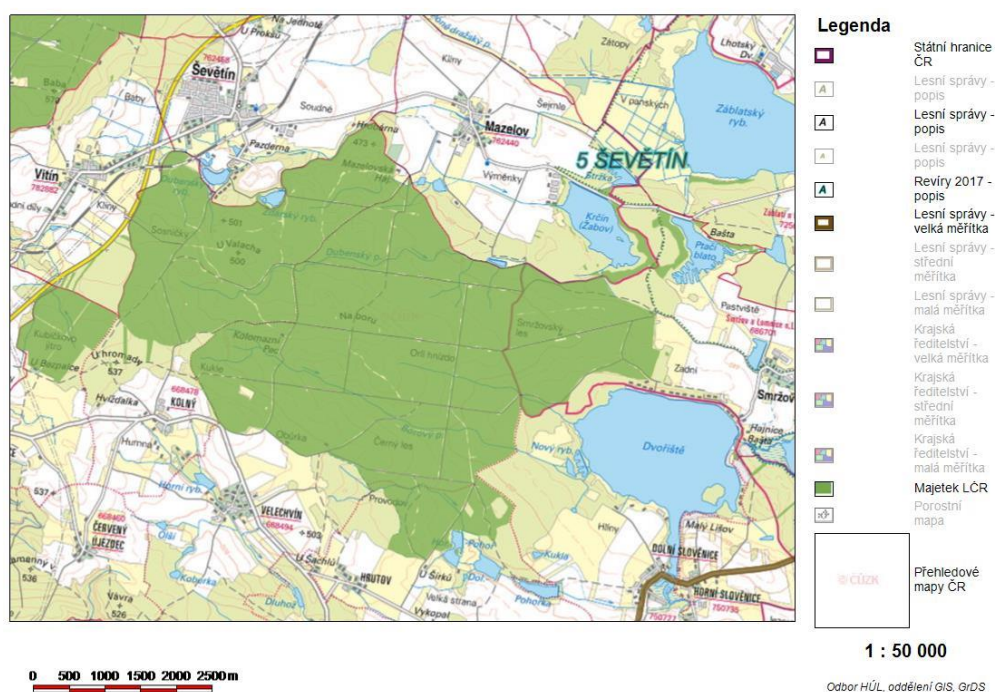
Graf č. 2: Rozdělení lesa na LHC Hluboká nad Vltavou podle kategorií

Tab. č. 4: Zastoupení jednotlivých HS na LHC Hluboká nad Vltavou (hospodářství přirozených borových stanovišť je podbarveno žlutě).

HS	% zastoupení	HS	% zastoupení
1403	0,01	6441	0,88
4383	0,01	591	1
13	0,02	9461	1,15
4245	0,03	9426	1,35
465	0,06	8445	1,42
215	0,07	8441	1,46
413	0,07	7405	1,55
11	0,11	9421	1,76
15	0,12	1451	2,01
9241	0,12	433	2,12
411	0,16	7401	2,19
4287	0,17	8446	2,39
1133	0,19	473	2,51
297	0,24	273	3,3
4441	0,24	456	4,14
437	0,3	9245	4,17
461	0,3	9446	4,41
7403	0,31	255	4,71
9287	0,36	133	6,08
6443	0,54	9441	8,02
1473	0,58	431	8,96
6445	0,74	451	13,01
4406	0,77	471	15,89

3. Metodika

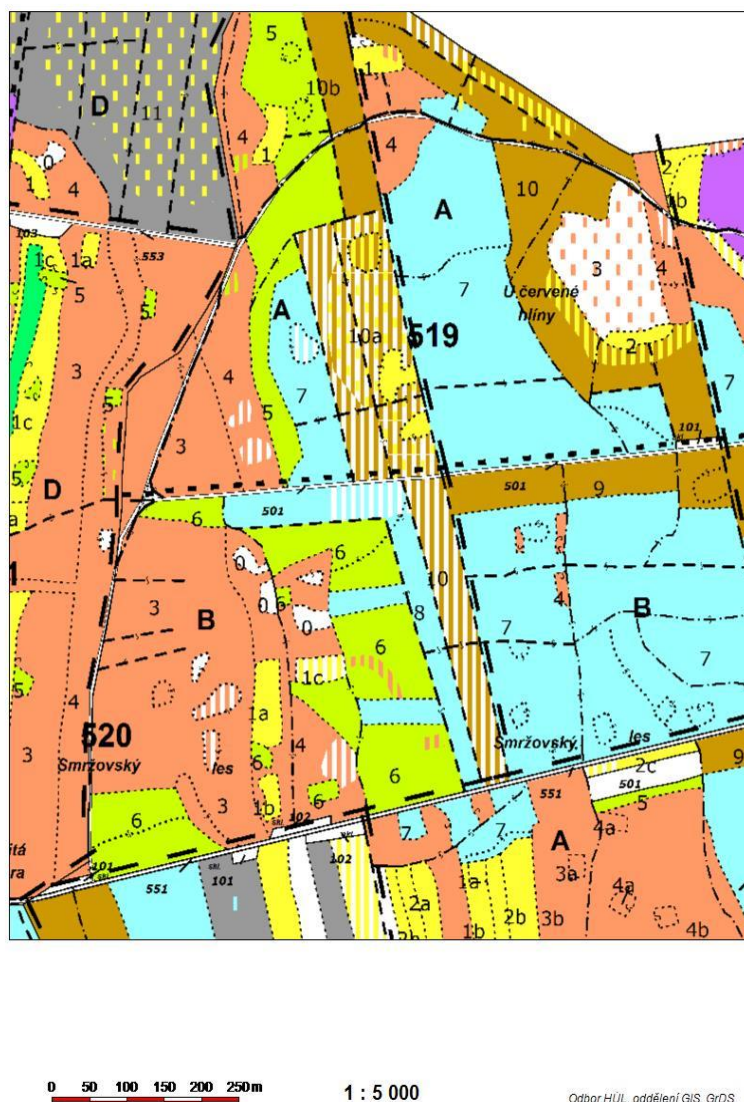
3.1. Charakteristika revíru Ševětín



Obr. č. 3: Přehledová mapa revíru Ševětín

Revír Ševětín se nachází v lesním komplexu, který lze prostorově vymezit oblastí ohraničenou v západní části spojnicí mezi obcemi Vítín a Lhotice, v severní části spojnicí městyse Ševětín s obcí Mazelov, v jižní části spojnicí mezi obcemi Kolný a Dolní Slověnice a konečně ve východní části spojnicí mezi obcí Záblatí a městem Lomnice nad Lužnicí. Rozloha revíru činí 2456,37 ha. Území revíru je zahrnuto do PLO 15 – Jihočeské pánve. Významná část revíru, zejména ve východní části zasahuje do třeboňské pánve. V této oblasti se vyskytuje ekotyp třeboňské borovice, který se díky tvaru a kvalitě kmene řadí k cenným ekotypům borovice lesní.

3.1.1. Charakteristika porostu



Obr. č. 4: Porostní mapa JPRL 520 A 10a

Studovaný porost 520 A 10a se nachází na revíru Ševětín, v k. ú. Smržov u Lomnice nad Lužnicí. Rozloha porostu je 3,90 ha, lesní typ 4Q5 – chudá dubová jedlina, CHS 47 – hospodářství oglejených stanovišť středních poloh. Současný věk porostu 108 let. Zastoupení dřevin je následující: BO 95 %; SM 5%, objem středního kmene pro dřevinu BO 0,85 m³, pro SM 0,73. Obě dřeviny jsou zařazeny do fenotypové kategorie C – porosty jsou z hlediska hospodářského průměrné kvality a lze je přirozeně obnovovat.

Hektarová zásoba dle současně platného LHP činí 281 m³, resp. 1093 m³ za celý porost. Pro celou porostní skupinu je předepsána obnovní těžba ve výši 64 m³ na celé decennium. Obmýtí je stanoveno na 130 let s obnovní dobou 30 let - modelový počátek obnovy porostu je tedy ve 111ti letech. Předepsaný minimální podíl MZD při obnově porostu je ve výši 20 %. Současné zakmenění porostu činí 0,6 plného zakmenění.

Z historické databáze LHP a LHE pro roky 2001 – 2010 vyplývá, že v době zařizování uvedeného LHP měl porost celkovou rozlohu 5,91 ha a jeho zakmenění bylo plné – tzn. 1,0. Hektarová zásoba činila 420 m³, celková zásoba porostu 2482 m³. Dle LHE z minulého decennia bylo v roce 2002 v porostu vytěženo 347,41 m³ úmyslnou těžbou výchovnou a v letech 2003 – 2008 celkem 749,3 m³ těžbou nahodilou. Z tohoto objemu NT byla drtivá většina zpracována v roce 2006, kdy revír postihl sněhový polom a v roce 2007, kdy byl porost zasažen orkámem Kyrill. Z uvedených hodnot a současné vzrůstové fáze nárostů, které mají místy již charakter mlaziny lze vyvodit, že pro start přirozené obnovy porostu byl zásadní rozsah a výše NT, kdy došlo k poklesu zakmenění o 0,4 a tím k výrazné změně světelných podmínek v přízemní části porostu.

Dle LHE nebyly v současném decenniu do roku 2018 ve zkoumaném porostu provedeny žádné úmyslné těžby. Součet nahodilých těžeb za období 2011 – 2018 činil 37,88 m³.

3.1.2. Provedená obnovní těžba

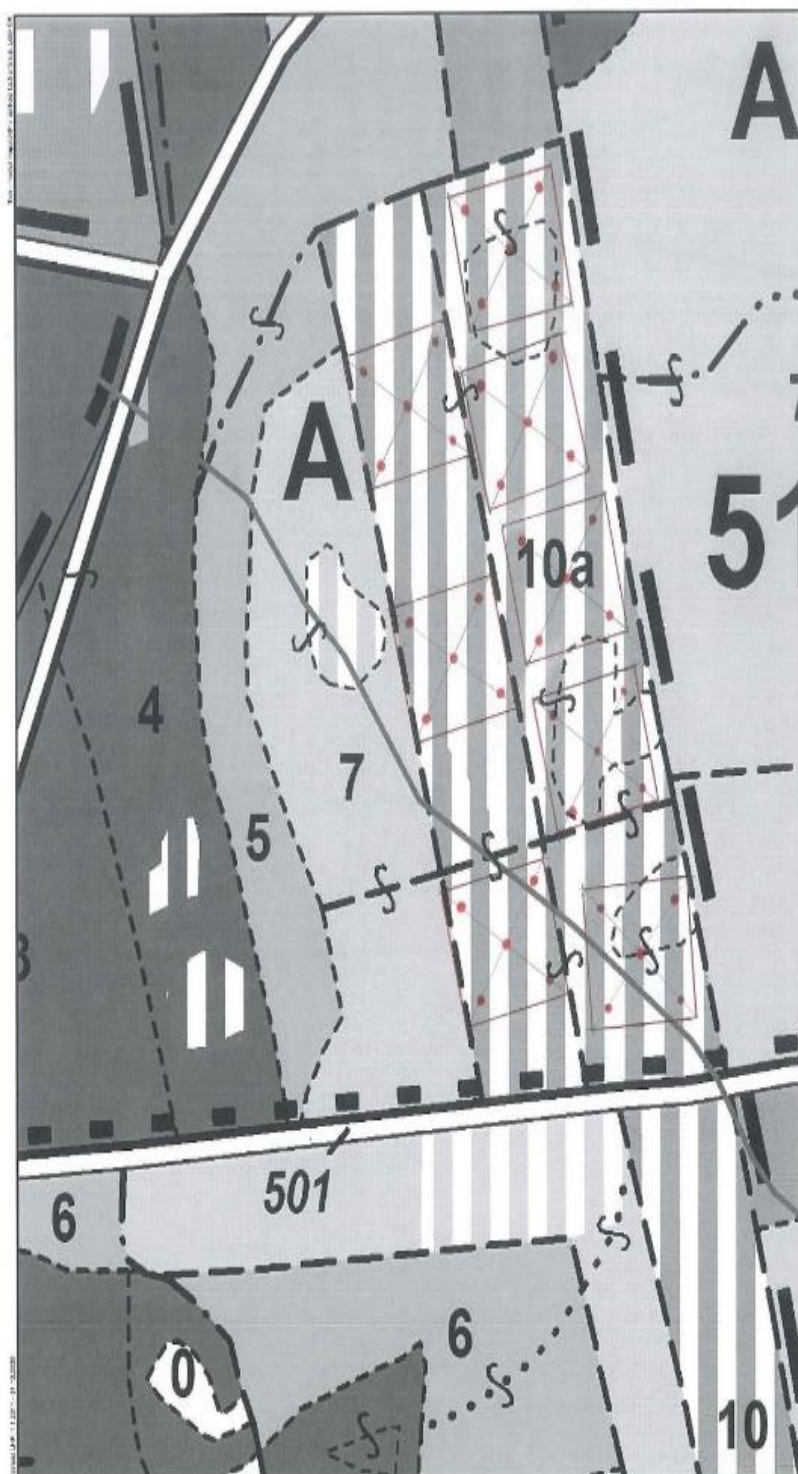
Obnovní těžba ve studovaném porostu byla provedena na přelomu roků 2018/2019. Charakter provedené zásahy měl formu výběru po ploše a sledoval několik pěstebních cílů současně. Předně šlo o pozitivní úroňový výběr, jehož záměrem byla podpora kvalitních jedinců v úrovni (Chroust, 1994), s ohledem na tvorbu kvalitních sortimentů dříví a zlepšení fruktifikace; současně ale zásah sledoval i úpravu mikrostanovištních (zejména světelných) podmínek stávajícího přirozeného zmlazení,

resp. inicializaci přirozené obnovy v místech, kde se ještě nedostavila. Jelikož pro úpravu mikrostanovištních podmínek byli odstraňováni zejména netvární a poškození jedinci v podúrovni, nelze hovořit pouze o pozitivním výběru, ale o kombinovaném výběru (Chroust, 1994).

Těžební zásah byl s ohledem na minimalizaci vzniku poškození stávajícího mateřského porostu a přirozené obnovy proveden kombinací dvou metod, a to metody sortimentní a metody kmenové. Kácení, odvětňování a manipulace byly prováděny motomanuálně pomocí PŘP; vyklizování a přibližování bylo v případě kmenové metody provedeno pomocí UKT vybaveného mj. lanovým navijákem; u sortimentní metody bylo vyklizování a přibližování prováděno za pomoci vyvážecího přívěsu vybaveného HR, taženého UKT. Metoda sortimentní byla použita v místech, kde nehrozilo poškození přirozené obnovy; metoda kmenová byla využita v místech s odrůstající přirozenou obnovou, kde by s využitím sortimentní metody výrazně narůstalo nebezpečí vzniku poškození přirozené obnovy. V případě kmenové metody docházelo na lokalitě P pouze k dílčí manipulaci – zkrácení SK na transportní délku jedním až dvěma řezy. Finální manipulace do jednotlivých sortimentů byla provedena motomanuálně až na lokalitě OM. V případě sortimentní metody bylo druhování dříví provedeno již na lokalitě P.

3.2. Terénní měření

V rámci zpracování DP, bylo v porostu vytýčeno celkem 8 čtvercových ploch o délce strany 50 m. V každé čtvercové ploše bylo v pravidelném tvaru (hrací kostka) rozmístěno celkem 5 zkusných plošek, střed každé plošky byl stabilizován dřevěným kulem. Vzdálenost středů okrajových zkusných plošek od lomových bodů byla 20 m diagonálně. Každá z kruhových zkusných plošek měla plochu 7,07 m², poloměr každé plošky činil 1,5 m.



LS Hluboká nad Vltavou
1320

1 : 2 000

BP 520 A 10a

LESY P

Obr. č. 5: Rozmístění zkusných ploch v porostu 520 A 10a

3.2.1. Zjišťované dendrometrické parametry mateřského porostu

V rámci 8 čtvercových zkusných ploch byla zjišťována zásoba mateřského porostu před plánovanou úmyslnou těžbou a změna zásob po provedené těžbě. Měření zásoby mateřského porostu bylo prováděno průměrkováním naplno, s využitím registrační digitální průměrky Haglöf Mantax Digitech Professional a laserového výškoměru TruPulse. Měření byli veškerí jedinci bez rozdílu druhu dřeviny, kteří dosáhli min. tloušťky 8 cm v kůře ve výčetní výšce ($d_{1,3}$). Zpracování dat proběhlo v softwarovém modulu Lutra, který slouží pro výpočet zásob dříví nastojato u LČR, s.p. a pro výpočet využívá ČSOT tabulek.

3.2.2. Zjišťované parametry přirozené obnovy BO

V rámci 40 zkusných ploch byl zrevidován stav jedinců přirozené obnovy BO, kteří byli studováni v rámci BP „Vliv stanovištních podmínek na růst přirozené obnovy *Pinus sylvestris* pod porostem“ (Pavlík, 2018). Během terénního šetření byla zjišťována četnost jedinců a vybrané parametry těchto jedinců.

Celkově bylo na zkusných plochách změřeno 352 ks jedinců přirozené obnovy BO. U každého jedince byly sledovány tyto dendrometrické parametry:

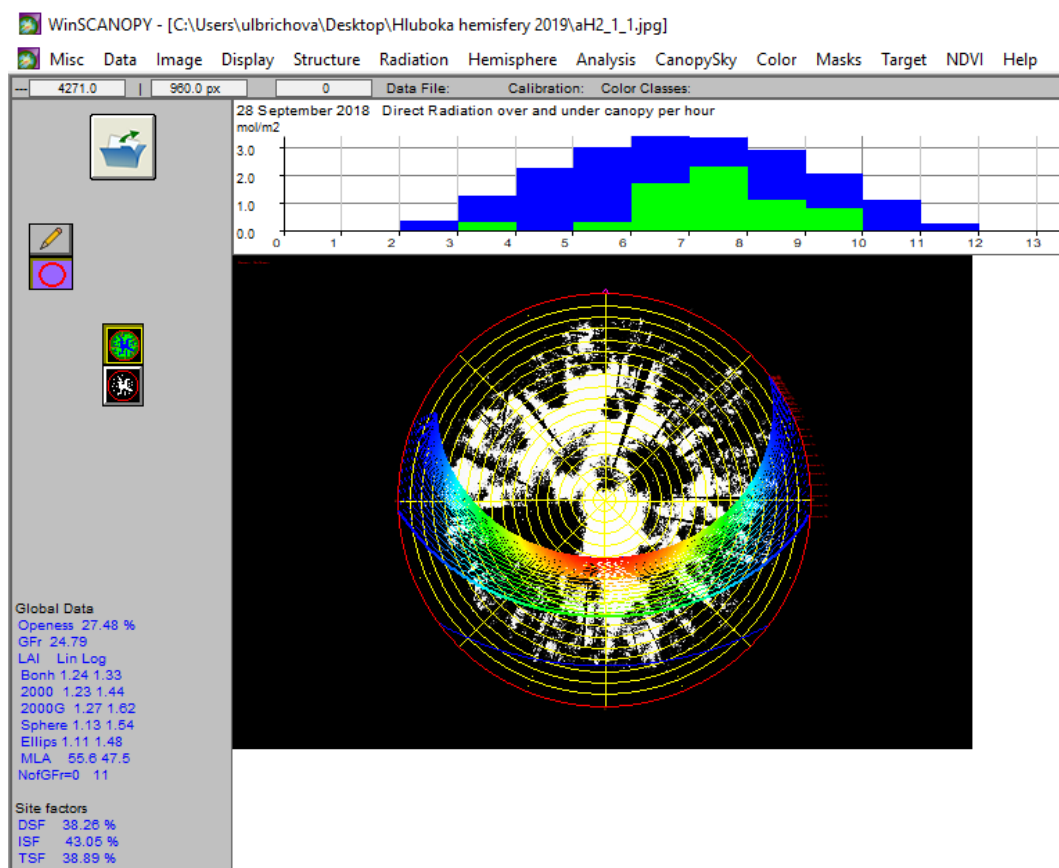
- Výška |H| – u jedinců do celkové výšky 250 cm měřeno pomocí svinovacího metru s přesností 1 cm; u jedinců vyšších než 250 cm byla použita měřicí lať s přesností 5 cm.
- Roční přírůsty |P₂₀₁₉; 2018; P₂₀₁₇; P₂₀₁₆; P₂₀₁₅| byly měřeny za pomoci svinovacího metru s přesností 1 cm. Celkově byly měřeny roční přírůsty za posledních 5 let.
- Průměrný přírůst |P_avg| byl vypočten jako aritmetický průměr pěti ročních přírůstů (cm).
- Relativní přírůst |P%_avg| byl vypočten jako poměr průměrného přírůstu a výšky jedince [$P_avg / H * 100$] (%).

Dále byl hodnocen zdravotní stav přirozené obnovy, ovlivněný zejména mechanickým poškozením:

- U každého jedince bylo posuzováno jeho poškození. Jedincům bez poškození byla přiřazena hodnota 0, poškozeným jedincům 1. Původ poškození, pokud byl znám, byl zaznamenán do databáze (mechanické poškození např. těžbou dříví nebo abiotickými činiteli a poškození zvěří).

Současně byly zjišťovány údaje pro vyhodnocení změny mikrostanovištních podmínek:

- Pro hodnocení světelných podmínek byla na každé ploše pořízena orientovaná hemisférická fotografie. Fotografie byly snímány v období vegetačního klidu (listopad 2019), při zatažené obloze pomocí DSLR zrcadlovky zn. Canon EOS s ultraširokoúhlým objektivem zn. Sigma (typ rybí oko s diagonálním úhlem záběru 180°), umístěné na stativu s konstantní výškou 1,3 m od zemského povrchu. Pořízené fotografie byly následně převedeny do černobílé škály v programu Adobe Photoshop. Takto upravené fotografie byly importovány do programu WinSCANOPY 2012a, ve kterém byly fotografie transponovány do formátu černých (stíny) a bílých čtverců (světlo). Program WinSCANOPY 2012a pak u takto transponovaných fotografií vyhodnotil podíl černých a bílých čtverců s následujícími výstupy:



Obr. č. 6: Vyhodnocení jednotlivých snímků v programu WinSCANOPY 2012a

- Fotosynteticky aktivní složky (PPFD_direct = *photosynthetically active photon flux density*) = přímá sluneční radiace
- Podíl rozptýleného (difuzního) záření (PPFD_difuse)
- Celková sluneční radiace (PPFD_total)
- Procentuální zápoj je vyjádřen inverzní hodnotou parametru CANOPY, resp. lze jej vysvětlit jako otevřenost zápoje.

Jednotkou FAR je $1 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{den}^{-1}$.

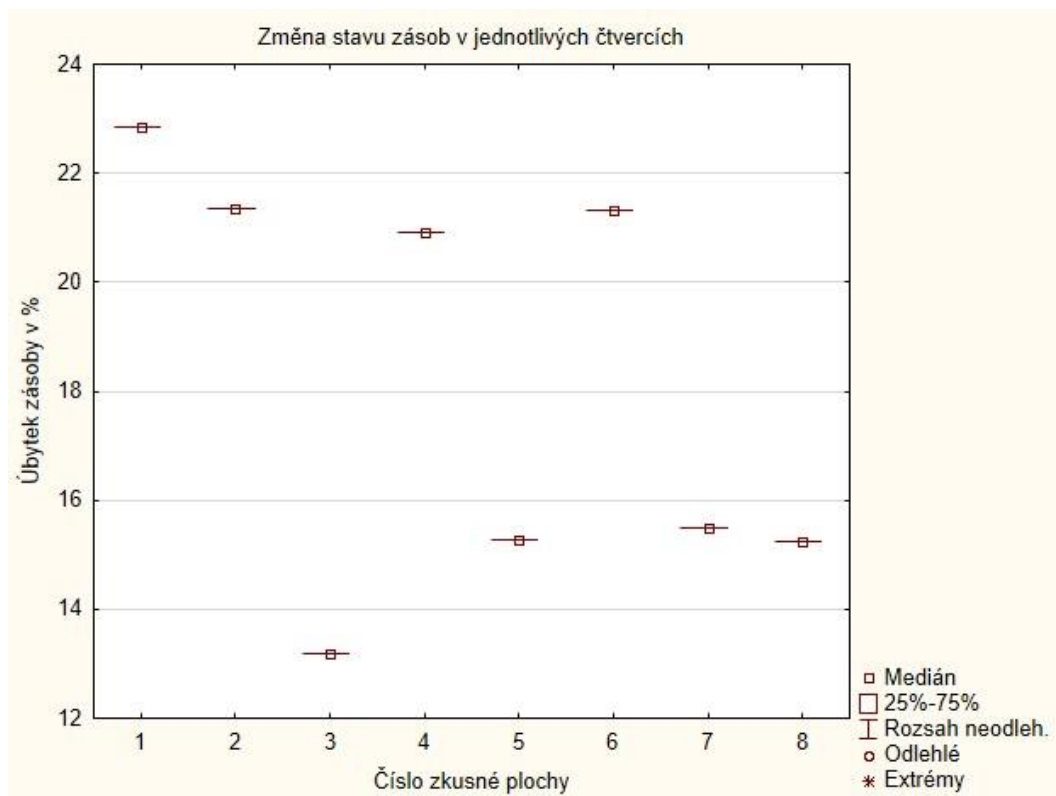
3.3. Statistické vyhodnocení

Statistické vyhodnocení bylo provedeno pomocí programu MS Excel a programu Statistica 13.4.0.14 (1984-2018 TIBCO Software Inc.). Jelikož veškeré sledované parametry neměly normální rozdělení, bylo nutné pro další vyhodnocení použít neparametrické testy. Pro hodnocení vzájemných korelací hodnocených veličin byl použit Spearmanův korelační koeficient v rámci korelační matice. Pro porovnání proměnných mezi jednotlivými plochami a pro meziroční porovnání změny jednotlivých parametrů byl zvolen Kruskal-Wallisův test. Hladina významnosti jednotlivých korelací byla stanovena $|p| = 0,05$. Závislost jednotlivých veličin lze pak vyjádřit následovně: $|r_s| = 0,00 - 0,20$ slabá závislost; $|r_s| = 0,20 - 0,70$ průměrná závislost; $|r_s| = 0,70 - 0,90$ silná závislost; $|r_s| = 0,90 - 1,00$ velmi silná závislost.

4. Výsledky

4.1. Zásoba mateřského porostu

V jednotlivých čtvercích bylo průměrkováním naplno změřeno celkem 577 stromů před těžbou (Tab. č. 5), resp. 474 stromů po zásahu. Zásoba ve čtvercích se před těžbou pohybovala v rozmezí $52,65 \text{ m}^3 - 82,50 \text{ m}^3$, resp. $44,62 \text{ m}^3 - 69,44 \text{ m}^3$ po provedené těžbě (pokles zásoby tedy činil 13 – 23 %). Průměrná hmotnatost v jednotlivých čtvercích kolísala v rozmezí $0,81 - 1,25 \text{ m}^3$. Přepočtem na 1 ha porostu byla zjištěna zásoba ve výši $289,4 \text{ m}^3/\text{ha}$ před těžbou, resp. $236,34 \text{ m}^3/\text{ha}$ po těžbě; celková přepočtená zásoba za porost pak činila $1128,66 \text{ m}^3$ před těžbou, resp. $921,73 \text{ m}^3$ po těžbě (Graf č. 3).



Graf č. 3: Úbytek zásob dřevní hmoty v jednotlivých čtvercích.

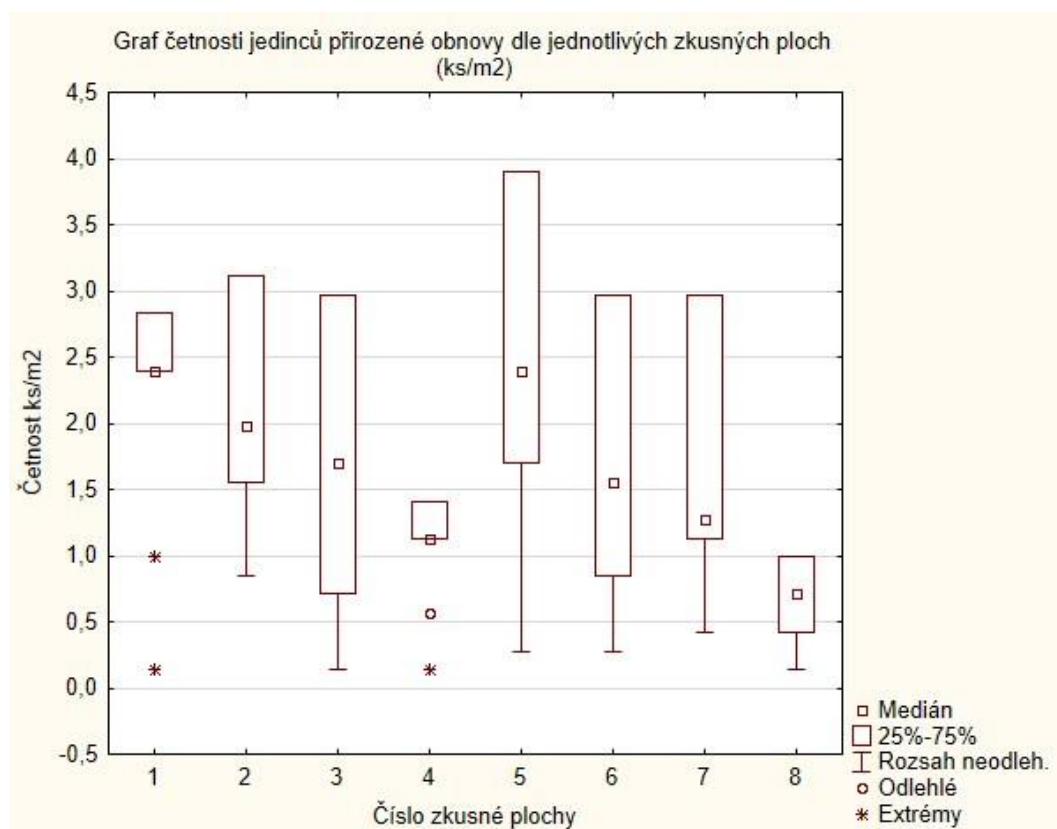
Tab. č. 5: Zásoba mateřského porostu v jednotlivých čtvercích před a po těžbě.

Číslo plochy	Četnost stromů před těžbou (ks)	Zásoba ve čtvercích před těžbou (m3 b.k.)	Četnost stromů po těžbě (ks)	Zásoba ve čtvercích po těžbě (m3 b.k.)	Průměrná hmotnatost ve čtvercích	Úbytek zásob ve čtvercích v %
HI_1	66	82,5	51	63,64	1,25	23
HI_2	62	60,76	49	47,79	0,98	21
HI_3	62	70,68	54	61,36	1,14	13
HI_4	66	78,54	52	62,11	1,19	21
HI_5	86	74,82	73	63,39	0,87	15
HI_6	71	76,68	56	60,33	1,08	21
HI_7	99	82,17	84	69,44	0,83	15
HI_8	65	52,65	55	44,62	0,81	15
Celkem	577	578,8	474	472,68	1,00	18

Z výše uvedené tabulky je patrné, že úbytek zásob dřevní hmoty v jednotlivých čtvrcích se pohyboval od 13 do 23 %. Intenzitu zásahu lze pak vyjádřit hodnotou 18 %.

4.2. Četnost jedinců přirozené obnovy

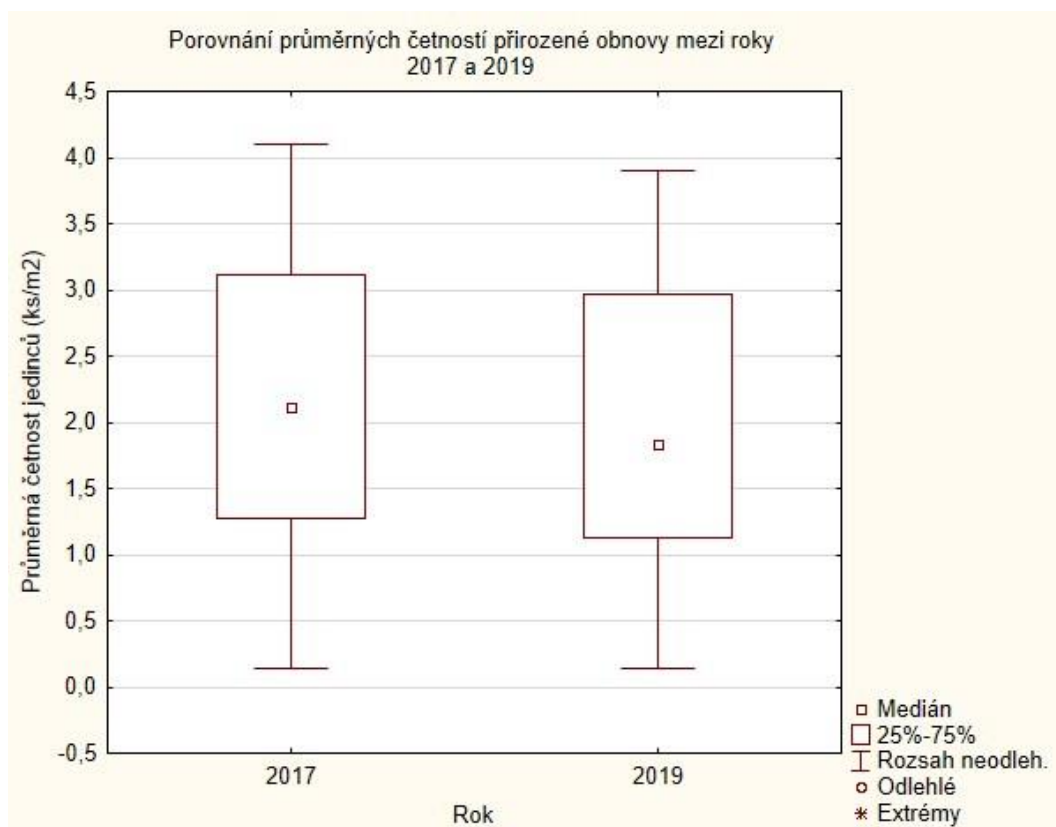
Jedním z nejzásadnějších parametrů potenciálu přirozené obnovy je četnost jedinců. Na měřených ploškách bylo zjištěno rozmezí četnosti jedinců v intervalu 0,14 – 4,0 jedinců na m² (Graf č. 4). Průměrná hodnota četnosti jedinců pak činí 1,25 ks/m².



Graf č. 4: Četnost jedinců dle jednotlivých zkusných ploch.

Četnost jedinců z roku 2017 je nejvíce negativně korelována hodnotou přímého slunečního záření, kdy $|PPFD_{dir_2019}| = -0,38$ (Tab. č. 7). Tento vzájemný vztah nelze vysvětlit tak, že zvýšená přímá sluneční ozáření zničila jedince přirozené obnovy, ale že vlivem těžby mateřského porostu

sice byla zvýšena hodnota přímého slunečního záření, nicméně v důsledku těžební činnosti došlo i k zničení části přirozeného zmlazení. Tuto hypotézu potvrzuje i níže uvedený přehled příčin odumření jedinců přirozené obnovy (Tab. č. 6).



Graf č. 5: Porovnání průměrných četností mezi roky 2017 a 2019.

Porovnáním četností mezi roky 2017 a 2019 byl zjištěn pokles průměrného počtu jedinců z 1,43 ks/m² v roce 2017 na 1,25 ks/m² v roce 2019 (Graf č. 5). V absolutních hodnotách poklesla četnost na zkusných plochách z 403 ks na 352 ks, tzn. o 51 ks.

Tabulka č. 6. Příčina odumření jedinců přirozené obnovy

Číslo plochy	Příčina odumření	Číslo plochy	Příčina odumření
HI_1_2	Sucho/konkurence	HI_5_1	Sucho/konkurence
HI_1_2	Sucho/konkurence	HI_5_2	Zničeno černou
HI_2_3	Sucho/konkurence	HI_5_2	Zničeno černou
HI_2_4	Sucho/konkurence	HI_5_4	Zničeno černou
HI_3_2	Zničen TČ	HI_5_4	Zničeno černou
HI_3_3	Zničen TČ	HI_5_4	Sucho/konkurence
HI_3_3	Zničen TČ	HI_5_4	Sucho/konkurence
HI_3_4	Zničen TČ	HI_5_4	Nenalezen
HI_3_4	Zničen TČ	HI_5_5	Zničeno černou
HI_3_4	Zničen TČ	HI_5_5	Zničeno černou
HI_3_4	Zničen TČ	HI_6_1	Nenalezen
HI_3_5	Zničen TČ	HI_6_2	Zničen TČ
HI_4_1	Zničeno černou	HI_6_2	Sucho/konkurence
HI_4_1	Zničeno černou	HI_6_4	Sucho/konkurence
HI_4_1	Zničeno černou	HI_6_5	Zničen TČ
HI_4_1	Zničeno černou	HI_7_3	Zničen TČ
HI_4_1	Zničeno černou	HI_7_3	Zničen TČ
HI_4_3	Zničeno černou	HI_7_3	Zničen TČ
HI_4_3	Zničeno černou	HI_7_5	Zničeno černou
HI_4_3	Zničeno černou	HI_8_1	Sucho/konkurence
HI_4_3	Zničeno černou	HI_8_1	Zničen vytloukáním
HI_4_3	Zničeno černou	HI_8_1	Zničen vytloukáním
HI_5_1	Zničeno černou	HI_8_2	Sucho/konkurence
HI_5_1	Zničeno černou	HI_8_2	Sucho/konkurence
HI_5_1	Zničeno černou	HI_8_3	Zničen TČ
HI_5_1	Zničeno černou		

Z výše uvedené tabulky (Tab. č. 6) je patrné, že z celkem 51 ks odumřelých jedinců bylo 41 % zničeno vyrytím černou zvěří (21 případů), 27 % těžební činnostmi (TČ) (14 případů), 24 % suchem, resp. vnitrodruhovou konkurencí (12 případů), 4 % zničeno vytloukáním (2 případy) a konečně ve 4 % případů nebyli jedinci nalezeni (2 případy). V absolutních hodnotách pak tato čísla znamenala pokles četnosti o cca. 12,65 %, z toho 5,3 % bylo zničeno černou zvěří, 3,3 % bylo zničeno těžební činností, 3,15 % odumřelo suchem, nebo vnitrodruhovou konkurencí, 0,5 % bylo zničeno vytloukáním a 0,5 % jedinců nebylo nalezeno.

4.3. Dendrometrické parametry

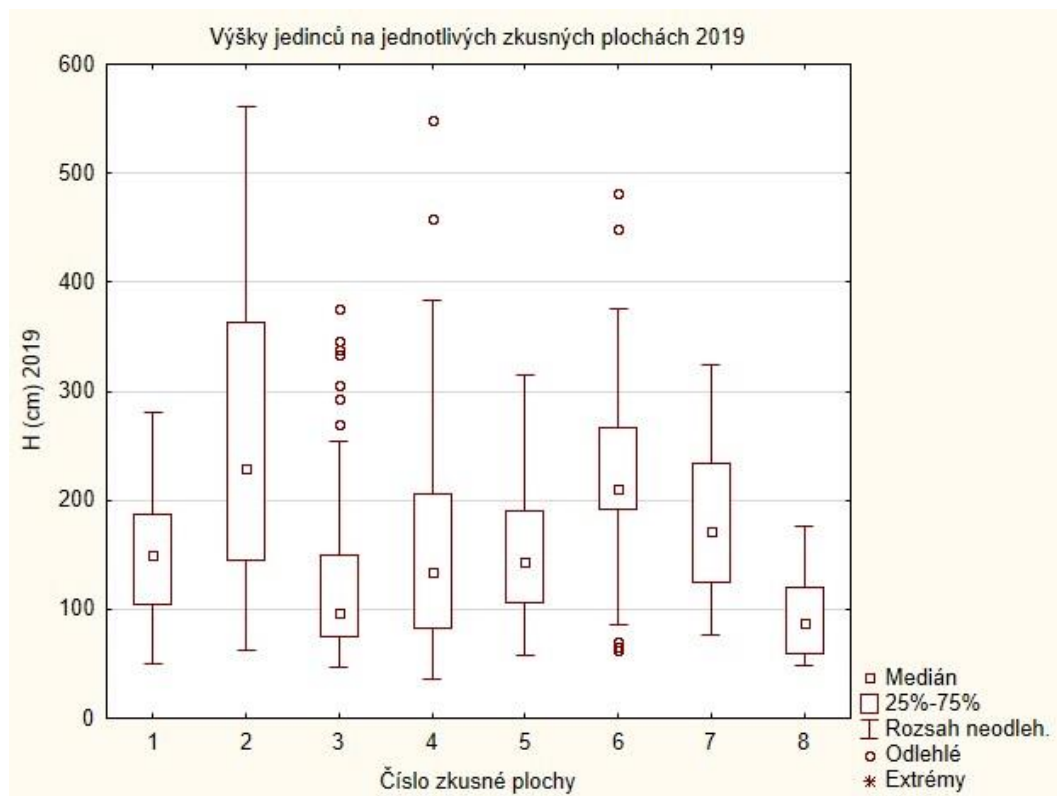
Tab. č. 7: Korelační matice závislosti jednotlivých parametrů

Parametry	Spezimanový korelace. Označené korelace jsou statisticky významné na hladině významnosti $p < 0,05000$																	
	H (cm) 2017	H (cm) 2019	P avg 2017	P avg 2019	PK% avg 2017	PK% avg 2019	Openess 2017	Openess 2019	PPDF direct 2017	PPDF direct 2019	PPDF difuse 2017	PPDF difuse 2019	Zásoba 2017 (m3)	Zásoba 2019 (m3)	Změna zásoby %	N 2017 (ks/m2)	N 2019 (ks/m2)	Změna N %
H (cm) 2017	1,00	0,99	0,94	0,87	-0,12	-0,01	-0,02	-0,24	-0,05	-0,14	0,03	-0,21	0,01	-0,09	0,28	0,07	0,16	-0,16
H (cm) 2019	0,99	1,00	0,95	0,92	-0,06	0,09	0,02	-0,20	-0,03	-0,11	0,07	-0,21	0,01	-0,09	0,30	0,07	0,15	-0,17
P avg 2017	0,94	0,95	1,00	0,95	0,20	0,27	0,07	-0,13	0,01	-0,06	0,12	-0,19	-0,02	-0,13	0,31	0,07	0,15	-0,15
P avg 2019	0,87	0,92	0,95	1,00	0,25	0,44	0,13	-0,06	0,04	-0,01	0,17	-0,20	-0,01	-0,11	0,33	0,07	0,15	-0,17
PK% avg 2017	-0,12	-0,06	0,20	0,25	1,00	0,84	0,29	0,30	0,21	0,23	0,26	-0,02	-0,10	-0,17	0,09	0,02	0,00	0,02
PK% avg 2019	-0,09	0,09	0,27	0,44	0,84	1,00	0,31	0,28	0,19	0,25	0,28	-0,04	-0,10	-0,14	0,14	0,04	0,03	-0,04
Openess 2017	-0,02	0,02	0,07	0,13	0,29	0,31	1,00	0,63	0,67	0,42	0,97	-0,49	-0,04	-0,14	0,13	-0,12	-0,13	-0,12
Openess 2019	-0,24	-0,20	-0,13	-0,06	0,30	0,28	0,63	1,00	0,46	0,46	0,57	0,27	0,09	0,04	0,23	-0,06	0,02	-0,12
PPDF direct 2017	-0,05	-0,03	0,01	0,04	0,21	0,19	0,67	0,48	1,00	0,53	0,58	-0,36	-0,31	-0,37	-0,13	0,01	0,06	-0,12
PPDF direct 2019	-0,14	-0,11	-0,06	-0,01	0,23	0,25	0,42	0,46	0,53	1,00	0,43	0,00	-0,27	-0,36	0,21	-0,38	-0,26	-0,32
PPDF difuse 2017	0,03	0,07	0,12	0,17	0,26	0,28	0,97	0,57	0,58	0,43	1,00	-0,53	-0,03	-0,17	0,23	-0,11	-0,11	-0,15
PPDF difuse 2019	-0,21	-0,21	-0,19	-0,20	-0,02	-0,04	-0,49	0,27	-0,36	0,00	-0,53	1,00	0,11	0,20	0,10	0,08	0,06	0,11
Zásoba 2017 (m3)	0,01	0,01	-0,02	-0,01	-0,10	-0,10	-0,04	0,09	-0,31	-0,27	-0,03	0,11	1,00	0,83	0,33	0,02	-0,01	-0,04
Zásoba 2019 (m3)	-0,09	-0,09	-0,13	-0,11	-0,17	-0,14	-0,14	0,04	-0,37	-0,36	-0,17	0,20	0,83	1,00	-0,02	0,13	0,09	-0,03
Změna zásoby %	0,28	0,30	0,31	0,33	0,09	0,14	0,13	0,23	-0,13	0,21	0,23	0,10	0,33	-0,02	1,00	-0,05	0,06	-0,34
N 2017 (ks/m2)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,02	0,04	-0,12	0,06	0,01	-0,38	-0,11	0,08	0,02	0,13	-0,05	1,00	0,95	0,02
N 2019 (ks/m2)	0,16	0,15	0,15	0,15	0,00	0,03	-0,13	0,02	0,06	-0,26	-0,11	0,06	-0,01	0,09	0,06	0,95	1,00	-0,24
Změna N %	-0,16	-0,17	-0,15	-0,17	0,02	-0,04	-0,12	-0,12	-0,12	-0,32	-0,15	0,11	-0,04	-0,03	-0,34	0,02	-0,24	1,00

Veškeré zkratky z výše uvedené tabulky č. 6 jsou vysvětleny v kapitole 3.2.2. „Zjišťované parametry přirozené obnovy BO.“

4.3.1. Výška jedinců

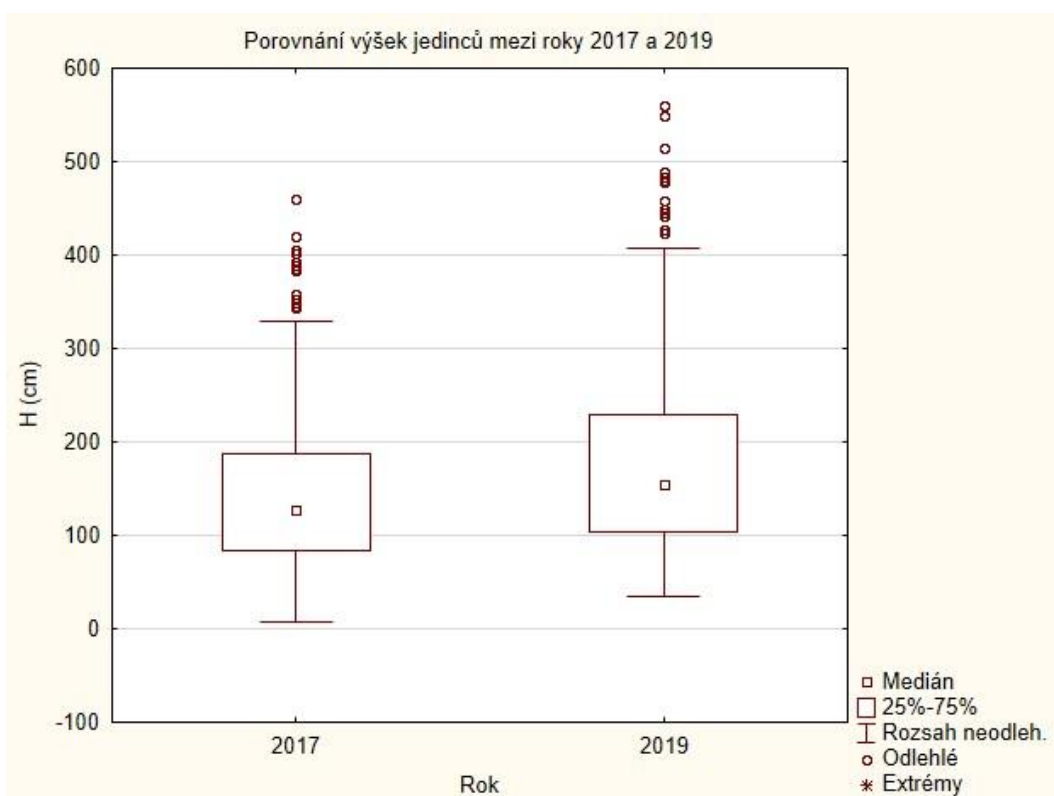
Dalším významným dendrometrickým parametrem je výška jedinců přirozené obnovy (Graf č. 6).



Graf č. 6: Výšky jedinců dle jednotlivých zkušných ploch.

Tento parametr velmi silně koreluje s hodnotou průměrného přírůstu za roky 2013 - 2017, kdy $|P_{avg2017}| = 0,94$ (Tab. č. 7). Velmi silnou závislost lze pozorovat i na hodnotě průměrných přírůstů za roky 2015 – 2019, kdy $|P_{avg2019}| = 0,92$ (Tab. č. 7). Výše uvedené parametry lze vysvětlit tak, že na celkové výšce jedince v roce 2019 se o něco málo větší mírou zasloužily průměrné přírůsty za roky 2013 – 2017, nicméně nejedná se o statisticky významnou odchylku a z výše uvedených hodnot lze usuzovat na víceméně setrvalou dynamiku přirůstání jedinců přirozené obnovy. Průměrnou závislost výšky jedinců lze pozorovat na parametru změny stavu zásob, kdy $|Změna zásoby \%| = 0,30$ (Tab. č. 7). Tuto závislost je pak možné vysvětlit tak, že čím větší byla změna zásoby, resp. bylo odebráno více stromů z mateřského porostu, tím větší byla výška jedinců. Nejsilnější negativní

korelací byl poměrně překvapivě vztah k úrovni difuzního záření, kdy $|PPFD_dif| = -0,21$ (Tab. č. 7), následovaný parametrem otevřenosti zápoje, kdy $|OPENESS_2019| = -0,20$ (Tab. č. 7). Z výše uvedených zjištěných dat lze usuzovat, že výška jedinců není tedy ovlivněna zvýšenými světelnými podmínkami, ale např. snížením kořenové konkurence a zvýšenou úrovní dostupné vody a v ní rozpuštěných půdních živin.

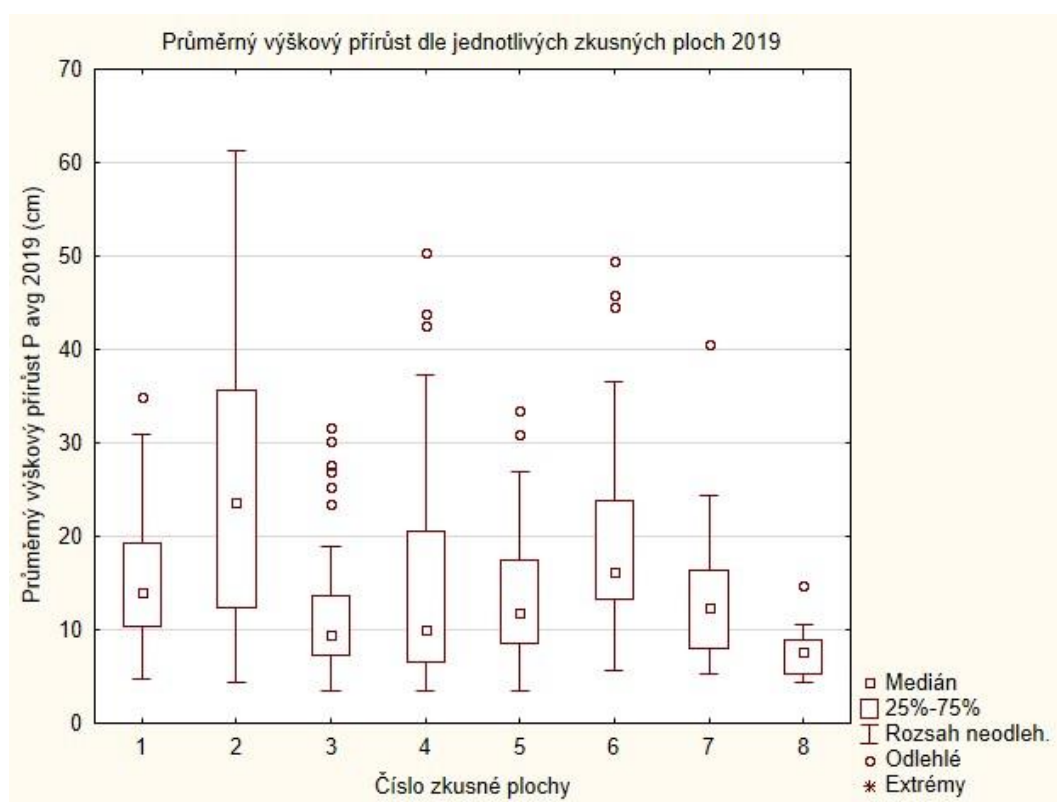


Graf č. 7: Porovnání výšky jedinců v jednotlivých letech.

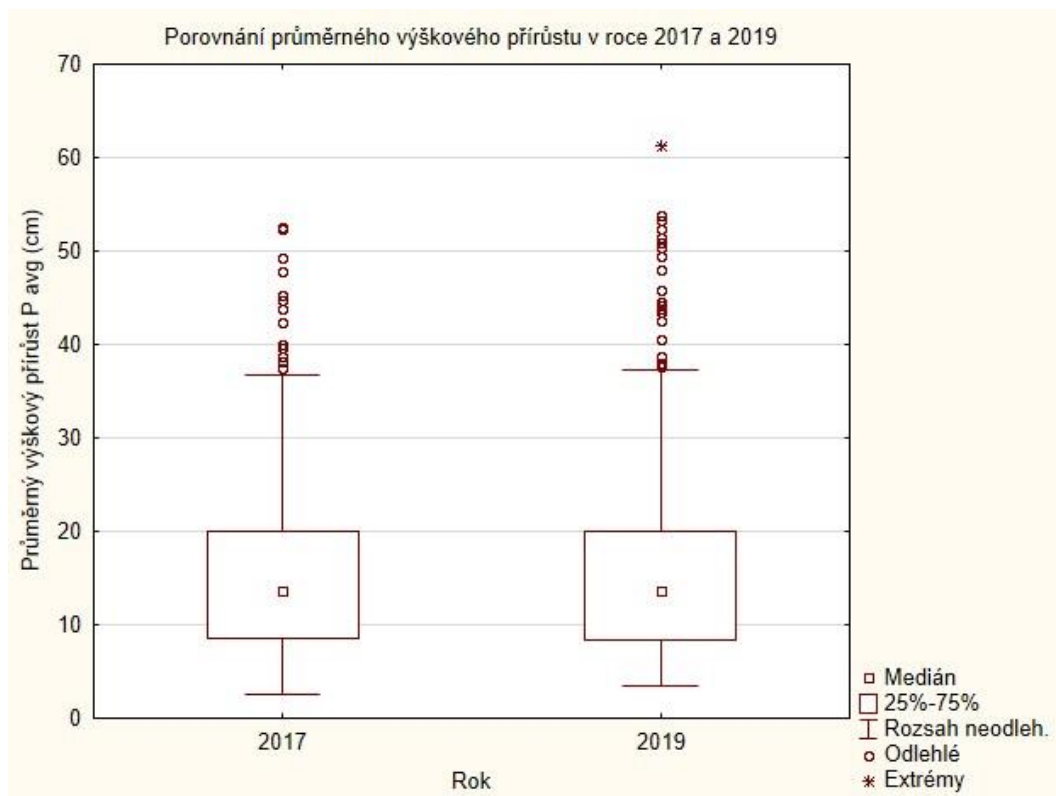
Z uvedeného grafu (Graf č. 7) je patrné, že průměrná výška jedinců přirozené obnovy meziročně vzrostla z průměrných 146 cm v roce 2017 na průměrných 182 cm v roce 2019. Současně lze ze vzájemného vztahu výšek jedinců v jednotlivých letech $|H \text{ (cm) } 2017 \ \& \ H \text{ (cm) } 2019| = 0,99$ (Tab. č. 7) vyvodit těsnou závislost mezi těmito parametry. Tuto hypotézu potvrzuje i vzájemná závislost parametrů meziročního rozdílu výšek a rozdílu relativních výškových přírůstků, kdy $|P_avg\%_rozd| = 0,50$ (Tab. č. 7), což lze považovat za průměrnou hodnotu.

4.3.2. Průměrné výškové přírůsty

Průměrný výškový přírůst (tzn. aritmetický průměr za posledních pět let růstu jedinců) (Graf č. 8) nejsilněji koreluje s hodnotou výšky jedinců v roce 2017, kdy $|H_{2017}| = 0,94$ (Tab. č. 7). Průměrnou závislost vykazuje průměrný výškový přírůst na parametru „Změna stavu zásob“, kdy $|Změna zásoby \%| = 0,33$ (Tab. č. 7), což lze opět vysvětlit tak, že čím více stromů bylo odebráno z mateřského porostu, tím větší byl průměrný výškový přírůst.



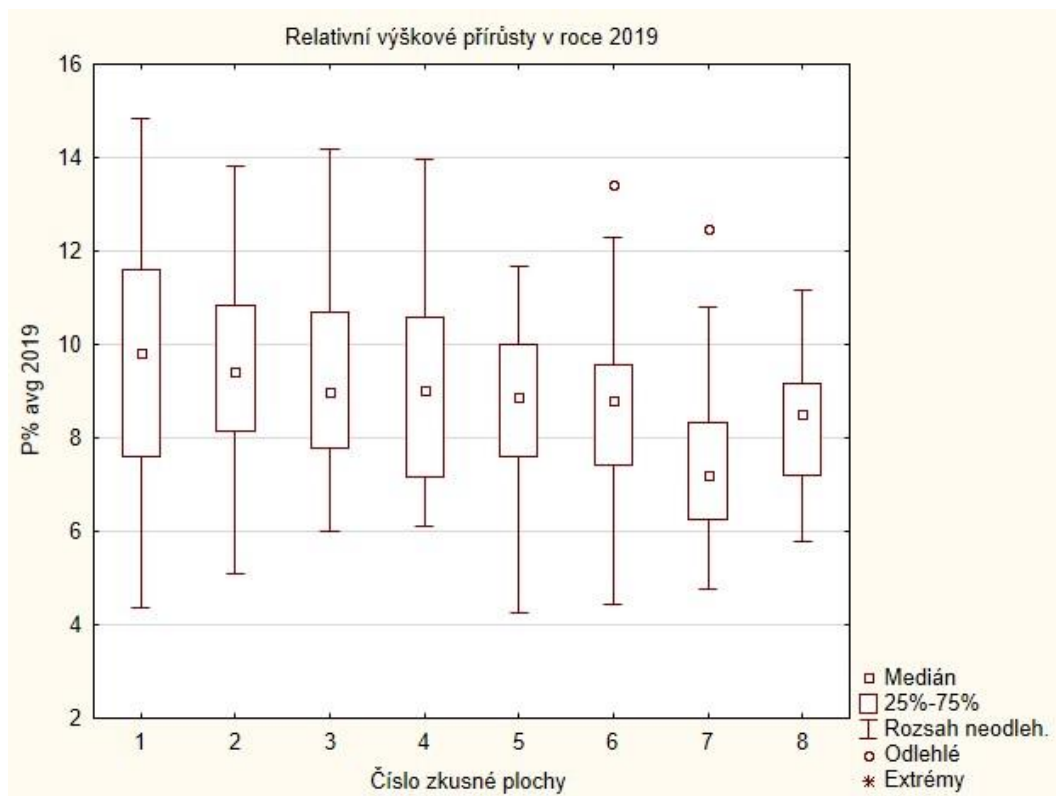
Graf č. 8: Průměrné výškové přírůsty dle jednotlivých zkusných ploch



Graf č. 9: Porovnání průměrných výškových přírůstů mezi roky 2017 a 2019

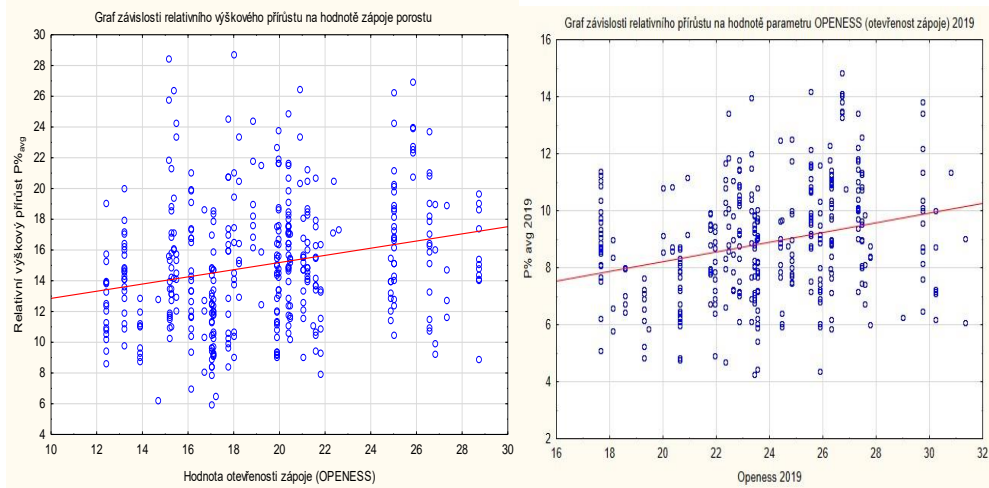
Zatímco v roce 2017 činila průměrná hodnota výškového přírůstu jedinců za roky 2013 – 2017 15,96 cm (Graf č. 9), v roce 2019 se průměrná úroveň pětiletých přírůstů zvýšila na 16,28 cm (Graf č. 9). Rozdíl výšek mezi roky 2017 a 2019 je nejsilněji korelován s hodnotou průměrného výškového přírůstu v roce 2019, kdy $|P_avg_{2019}| = 0,90$ (Tab. č. 7), což lze považovat za logickou závislost. Další významnou korelací je i závislost na hodnotě rozdílu relativních výškových přírůstů, kdy $|P_avg\%_{rozdil}| = 0,50$ (Tab. č. 7). Průměrně je rozdíl výšek ovlivněn změnou stavu zásob, kdy $|Změna\ zásoby\ %| = 0,26$ (Tab. č. 7) a opět lze tento vzájemný stav vysvětlit tak, že čím více bylo odebráno ze zásoby mateřského porostu, tím více byl markantní rozdíl výšek mezi roky 2017 a 2019.

Relativní výškový přírůst lze vyjádřit vzájemným poměrem průměrných pětiletých přírůstů a celkové výšky jedince (Graf č. 10).

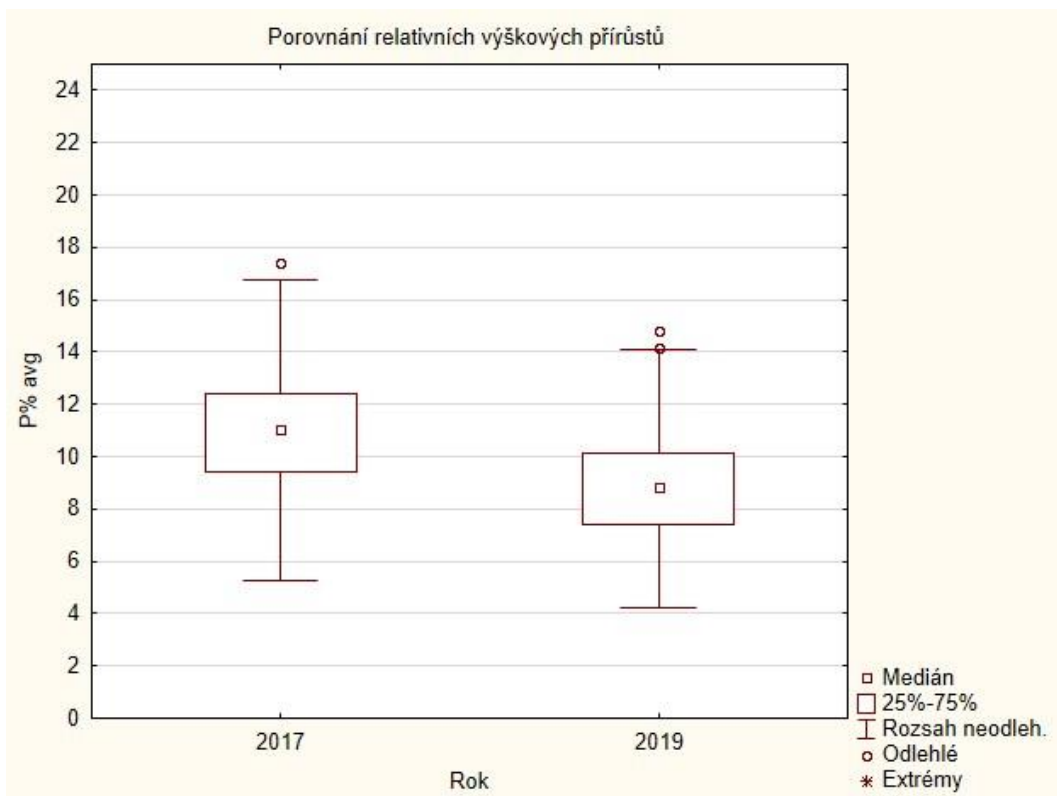


Graf č. 10: Relativní výškové přírůsty v roce 2019

V roce 2019 byl relativní výškový přírůst nejvíce korelován hodnotou relativního výškového přírůstu v roce 2017, kdy $|P\%_{avg2017}| = 0,84$ (Tab. č. 7), což lze považovat za logickou závislost a opět lze touto hodnotou poukazovat na setrvalou dynamiku přirůstání jedinců přirozené obnovy. Průměrnou závislost lze sledovat na hodnotě parametru otevřenosti zápoje, kdy $|OPENESS_{2019}| = 0,28$ (Tab. č. 7). Tuto závislost lze vysvětlit tak, že relativní výškový přírůst se zvětšoval v návaznosti na snížení zápoje mateřského porostu. Tuto domněnku potvrzuje i závislost těchto veličin v roce 2017, kdy $|OPENESS_{2017}| = 0,29$ (Tab. č. 7). Hodnoty z roků 2017 a 2019 opět potvrzují setrvalou dynamiku přirůstání přirozené obnovy (Graf č. 11).



Graf č. 11: Meziroční porovnání závislosti relativních výškových přírůstů na parametru otevřenosti zápoje v letech 2017 a 2019



Graf č. 12: Meziroční porovnání relativních výškových přírůstů v letech 2017 a 2019

Meziroční rozdíl přírůstků (Graf č. 12) je nejsilněji korelován hodnotou rozdílu průměrných výšek mezi roky 2017 a 2019, kdy $|H_rozd| = 0,50$ (Tab. č. 7), což lze považovat za průměrnou závislost. Slabou závislost lze pozorovat i u parametru změna stavu zásob, kdy $|Změna zásoby \%| = 0,13$ (Tab. č. 7). Tento vzájemný stav lze i přes nízkou vzájemnou závislost vysvětlit tak, že k čím větší změně zásob došlo, tím větší byl rozdíl relativního výškového přírůstu. Porovnání vztahu mezi úrovní přímého slunečního záření a relativního výškového přírůstu v letech 2017 a 2019 vykazuje narůstající závislost relativního výškového přírůstu na přímé sluneční ozáření, kdy v roce 2017 byla $|PPFD_dir_2017| = 0,21$ (Tab. č. 7) a v roce 2019 $|PPFD_dir_2019| = 0,25$ (Tab. č. 7). Ačkoliv se jedná o mírný nárůst hodnot, lze jej vysvětlit zvyšující se potřebou přímého slunečního záření odrůstajících jedinců.

4.4. Světelné podmínky

Jednotlivé parametry týkající se světelných podmínek jsou v poměrně silné závislosti (Tab. č. 7), např. hodnota difuzního záření koreluje s parametrem otevřenosti zápoje ($r = 0,27 - 0,97$, resp. $r = 0,46 - 0,67$ v případě přímého slunečního záření). Hodnoty otevřenosti zápoje se v jednotlivých zkusných čtvercích pohybovaly od 12,4 – 28,75 v roce 2017, resp. od 17,67 do 31,35 (Tab. č. 8) v roce 2019 (po těžbě mateřského porostu).

Tab. č. 8: Výsledky meziročního porovnání parametru otevřenosti zápoje

Číslo plochy	Otevřenost zápoje 2017	Otevřenost zápoje 2019	Změna v %
HI_1_1	25,86	26,71	3
HI_1_2	16,14	25,89	60
HI_1_3	19,97	27,31	37
HI_1_4	22,37	30,81	38
HI_1_5	21,79	24,69	13
HI_2_1	21,23	27,46	29
HI_2_2	13,21	17,67	34
HI_2_3	26,58	29,75	12
HI_2_4	24,88	30,24	22
HI_2_5	28,75	22,85	-21
HI_3_1	21,48	28,99	35
HI_3_2	27,34	27,76	2
HI_3_3	25,02	25,55	2
HI_3_4	15,18	18,58	22
HI_3_5	15,26	24,83	63
HI_4_1	21,58	22,85	6
HI_4_2	26,83	27,57	3
HI_4_3	17,76	23,32	31
HI_4_4	22,6	26,28	16
HI_4_5	22,36	26,85	20
HI_5_1	12,4	21,95	77
HI_5_2	18,03	22,33	24
HI_5_3	14,7	23,51	60
HI_5_4	17,1	23,42	37
HI_5_5	20,4	26,32	29
HI_6_1	18,85	22,46	19
HI_6_2	21,06	21,76	3
HI_6_3	19,19	31,35	63
HI_6_4	19,9	23,55	18
HI_6_5	20,92	26,26	26
HI_7_1	17,05	20,64	21
HI_7_2	13,9	19,28	39
HI_7_3	18,23	19,99	10
HI_7_4	20,46	24,4	19
HI_7_5	21,82	24,47	12
HI_8_1	15,37	20,35	32
HI_8_2	15,17	20,92	38
HI_8_3	15,49	22,64	46
HI_8_4	16,72	18,11	8
HI_8_5	17,22	19,46	13

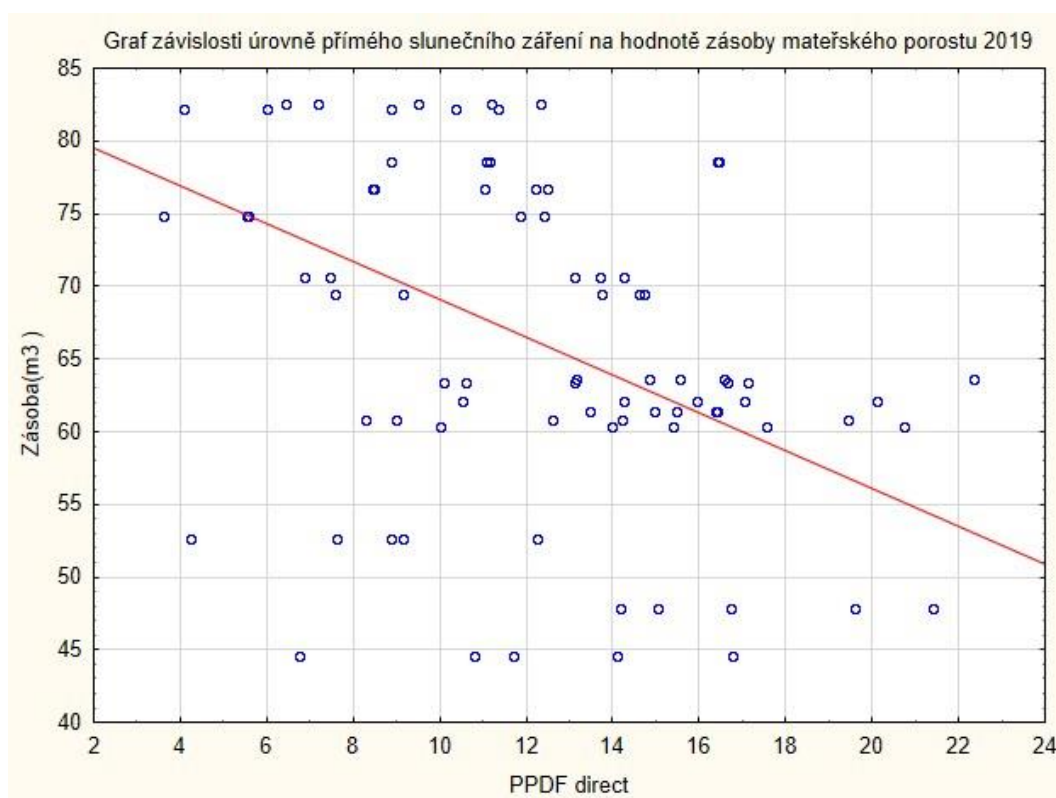
Intenzita světelného toku kolísala v rozmezí 5,67 – 22,11 MJ . m⁻² . den⁻¹ v roce 2017, resp. 8,75 – 25,23 MJ . m⁻² . den⁻¹ (Tab. č. 9) v roce 2019, což je cca. 12 - 55 % celkové hodnoty světelného toku nad porostem, který jako denní průměr pro danou lokalitu činí 45,72 MJ . m⁻² . den⁻¹.

Tab. č. 9: Výsledky fotosynteticky aktivního záření v členění dle jednotlivých zkusných ploch v MJ.m⁻².den⁻¹(výsledky z roku 2017 a 2019)

Číslo plochy	PPDF_dir 2017	PPDF_diff 2017	PPDF_tot 2017	PPDF_dir 2019	PPDF_diff 2019	PPDF_tot 2019
HL_1_1	12,35	2,34	14,69	14,85	2,53	17,38
HL_1_2	6,46	1,54	8,00	13,17	2,58	15,75
HL_1_3	7,20	1,93	9,13	16,56	2,71	19,27
HL_1_4	9,52	2,07	11,59	22,37	2,86	25,23
HL_1_5	11,21	2,23	13,44	15,56	2,6	18,16
HL_2_1	12,59	1,93	14,51	19,61	2,73	22,33
HL_2_2	8,29	1,39	9,68	14,18	1,92	16,11
HL_2_3	19,45	2,65	22,11	16,73	3,09	19,82
HL_2_4	14,21	2,30	16,50	21,41	3,16	24,57
HL_2_5	8,99	2,81	11,80	15,05	2,69	17,74
HL_3_1	6,86	1,85	8,71	16,39	2,64	19,03
HL_3_2	13,13	2,25	15,38	15,48	2,45	17,93
HL_3_3	14,27	2,20	16,47	14,95	2,37	17,32
HL_3_4	7,48	1,47	8,95	13,47	1,84	15,31
HL_3_5	13,69	1,14	14,83	16,42	2,32	18,74
HL_4_1	16,41	2,08	18,49	14,26	2,36	16,61
HL_4_2	16,45	2,39	18,84	20,13	2,6	22,73
HL_4_3	8,87	1,52	10,39	10,53	2,19	12,72
HL_4_4	11,08	2,02	13,10	17,04	2,58	19,62
HL_4_5	11,15	2,08	13,23	15,96	2,72	18,68
HL_5_1	3,63	1,27	4,90	10,6	2,13	12,73
HL_5_2	11,87	1,77	13,64	17,11	2,39	19,5
HL_5_3	5,59	1,38	6,97	16,64	2,4	19,04
HL_5_4	5,55	1,81	7,36	10,11	2,5	12,61
HL_5_5	12,41	1,85	14,25	13,13	2,6	15,73
HL_6_1	11,05	1,83	12,88	17,55	2,37	19,92
HL_6_2	8,48	2,08	10,55	10	2,36	12,36
HL_6_3	12,23	1,81	14,04	20,74	2,98	23,73
HL_6_4	12,51	1,89	14,40	13,99	2,32	16,32
HL_6_5	8,45	1,99	10,45	15,41	2,69	18,09
HL_7_1	8,87	1,67	10,54	13,76	2,15	15,91
HL_7_2	4,10	1,39	5,49	9,17	2,02	11,19
HL_7_3	6,01	1,76	7,78	7,57	2,06	9,63
HL_7_4	11,35	1,91	13,25	14,61	2,44	17,05
HL_7_5	10,36	1,97	12,33	14,74	2,39	17,13
HL_8_1	8,87	1,48	10,35	10,8	2,05	12,85

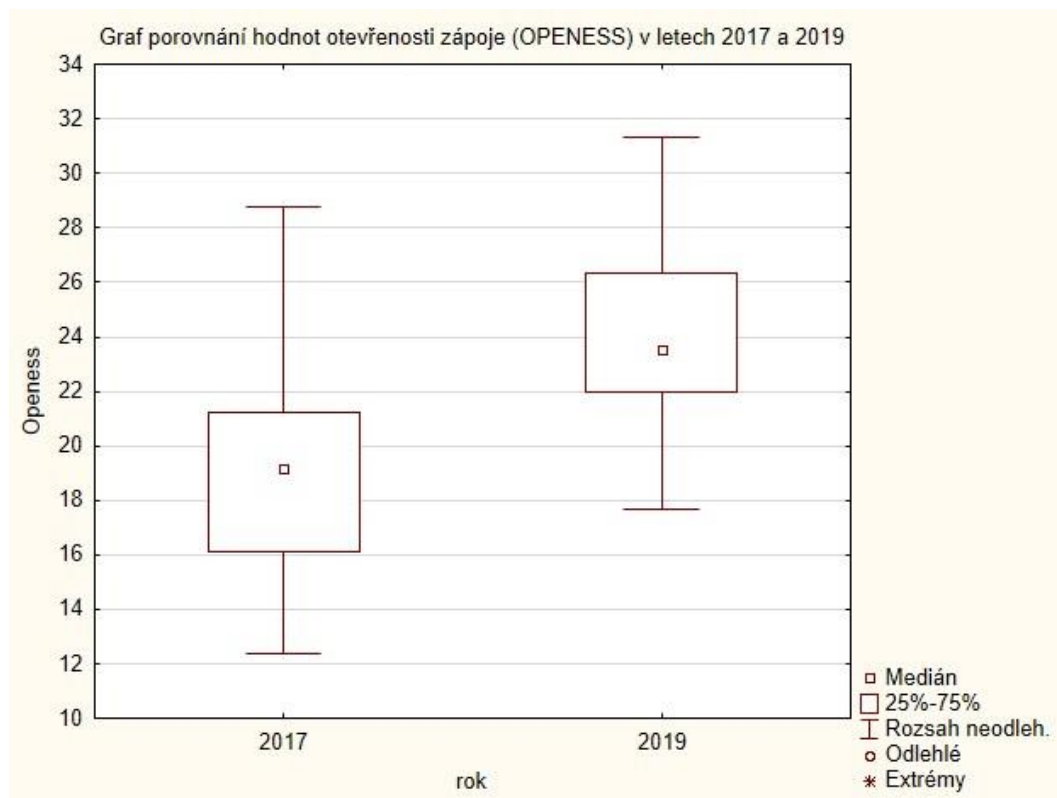
HL_8_2	4,26	1,41	5,67	6,75	1,99	8,75
HL_8_3	7,62	1,55	9,18	16,78	2,33	19,11
HL_8_4	12,26	1,67	13,93	14,09	1,92	16,01
HL_8_5	9,16	1,65	10,81	11,72	1,96	13,68

Z hlediska změny úrovně přímé sluneční radiace na nárosty vlivem těžby lze za zásadní vztah považovat závislost tohoto parametru na hodnotě zásoby mateřského porostu, kdy v roce 2017 tyto parametry spolu záporně korelovaly, kdy $|Zásoba_{2017}| = -0,31$ (Tab. č. 7), přičemž v roce 2019 byla tato negativní závislost ještě vyšší, kdy $|Zásoba_{2019}| = -0,36$ (Tab. č. 7). Dle uvedených hodnot je patrné, že hodnota přímé sluneční radiace byla negativně korelována zásobou mateřského porostu (Graf č. 13) i přesto, že zásoba v roce 2019 vlivem těžby poklesla.



Graf č. 13: Graf závislosti přímého slunečního záření na zásobě mateřského porostu.

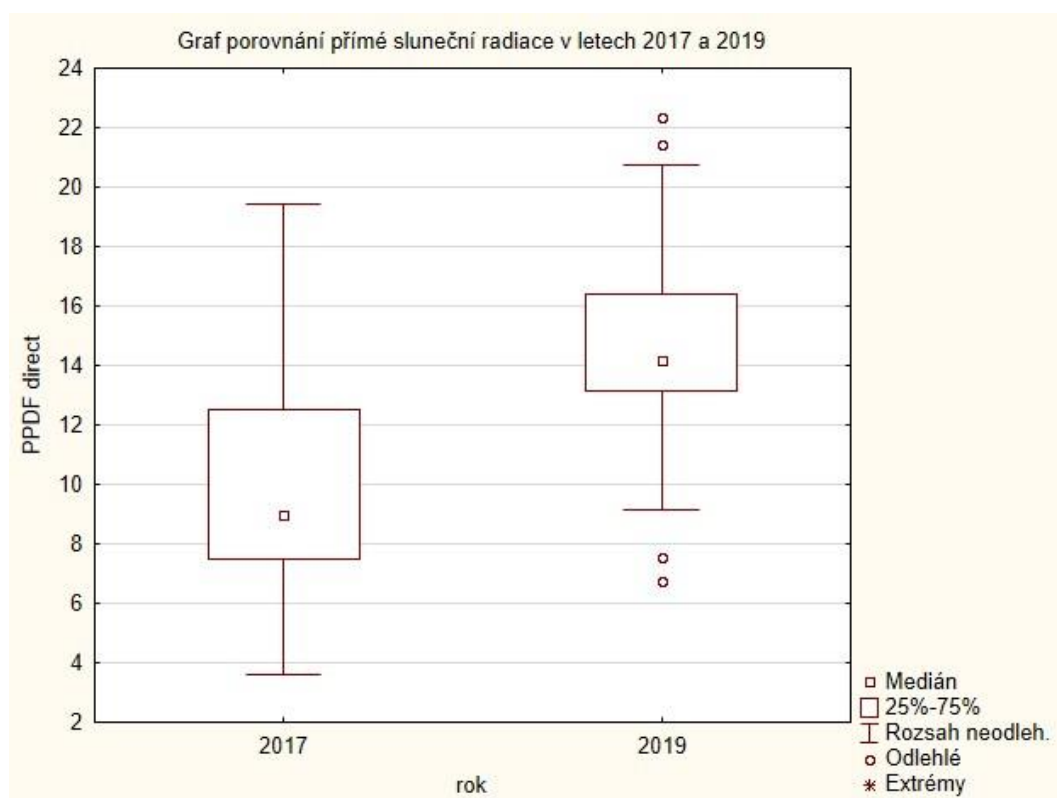
Z měření v roce 2017 byla vyvozena velmi silná závislost rozptýleného záření na parametru otevřenosti zápoje, kdy $|PPFD_diff| = 0,97$ (Tab. č. 7), což znamenalo, že se vzrůstající hodnotou otevřenosti zápoje vzrůstala i hodnota rozptýleného záření.



Graf č. 14: Meziroční porovnání hodnot parametru otevřenosti zápoje

Z dat pořízených v roce 2019 ale byla nejsilnější korelací tohoto parametru změna mezi hodnotami difuzního záření v letech 2017 a 2019, kdy $|PPFD_diff_roz| = 0,87$ (Tab. č. 7). Současně ale parametr difuzního záření zjištěný v roce 2019 vykazoval diametrálně nižší závislost na parametru otevřenosti zápoje, kdy $|PPFD_diff_2019| = 0,27$ (Tab. č. 7), přičemž průměrná procentuální změna parametru otevřenosti zápoje po těžbě, činila cca. 37 % (Graf č. 14).

Co se týče úrovně přímého slunečního záření naměřené v roce 2019, byla nejvýznamnější korelací hodnota parametru otevřenosti zápoje, kdy $|OPENESS_2019| = 0,46$ (Tab. č. 7) a lze tedy konstatovat, že úroveň přímé sluneční radiace v přízemní části porostu je závislá na zápoji mateřského porostu.

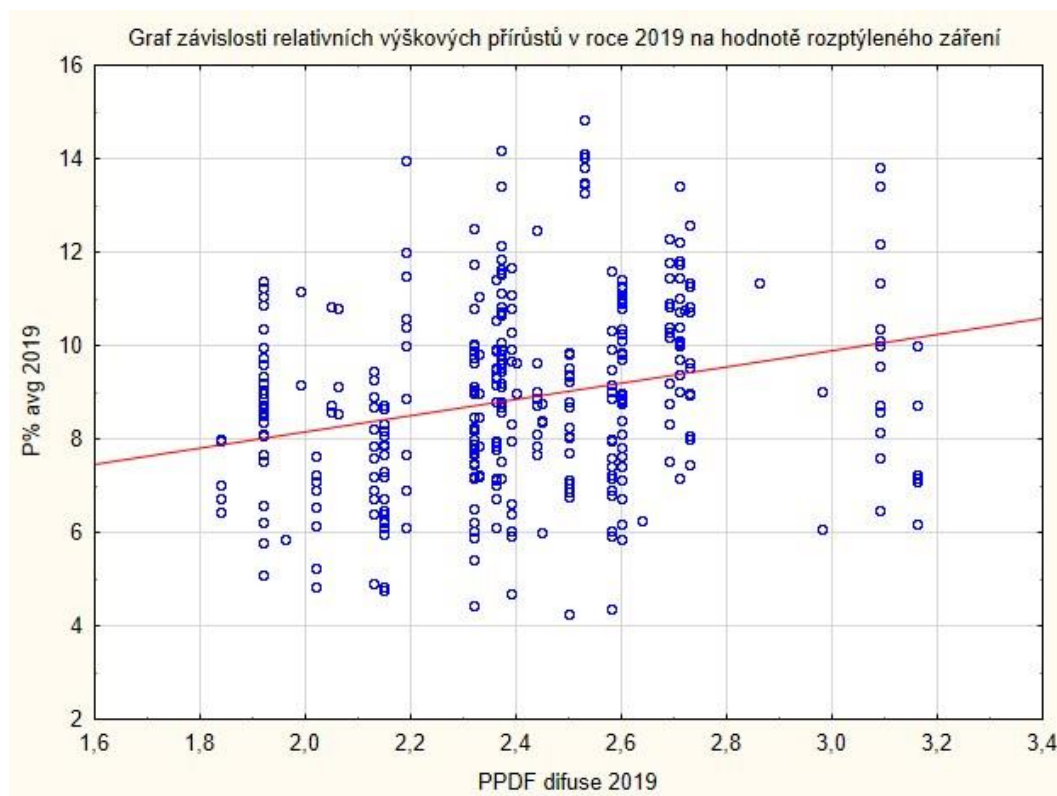


Graf č. 15: Meziroční porovnání hodnot přímého slunečního záření v letech 2017 a 2019

Z pohledu meziročního porovnání přímého slunečního záření je z výše uvedeného grafu (Graf č. 15) patrná vyšší hladina přímého slunečního záření v roce 2019, než v roce 2017. Nejvýznamnější závislostí rozdílu přímého slunečního záření mezi roky 2017 a 2019 je vztah s úrovní difuzního záření v roce 2019, kdy $|PPFD_dif_2019| = 0,54$ (Tab. č. 7). Téměř stejnou závislost lze pozorovat na hodnotě meziročního rozdílu parametrů otevřenosti zápoje, kdy $|OPENESS_rozdíl| = 0,53$ (Tab. č. 7). Další významnou korelací je závislost na změně stavu zásoby mateřského porostu, kdy $|Změna_zásoby_%| = 0,38$ (Tab. č. 7). Závislost těchto

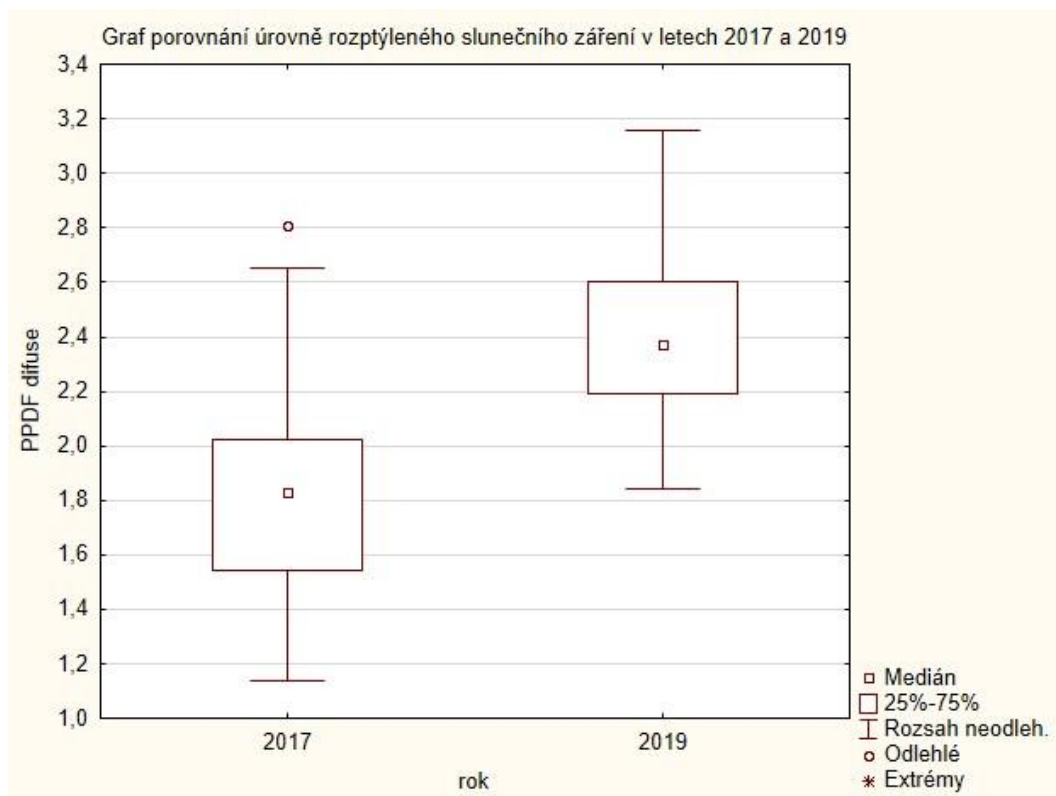
parametrů je možné vysvětlit tak, že k čím vyšší změně zásoby došlo, tím významnější byla hodnota meziročního rozdílu přímé sluneční radiace.

Při hodnocení změny vlivu světelných podmínek na BO nárosty po provedené těžbě byla sledována závislost relativního výškového přírůstu na hodnotě difuzního záření (Graf č. 16), kdy v roce 2017 byl tento vztah korelován hodnotou $|PPFD_dif_2017| = 0,27$ (Tab. č. 7).



Graf č. 16: Graf závislosti relativního přírůstu na hodnotě difuzního záření v roce 2019

Překvapivým výsledkem byla záporná korelace těchto parametrů v roce 2019, kdy $|PPFD_dif_2019| = -0,04$ (Tab. č. 7). Podobně překvapivým výsledkem byla i nízká závislost hodnoty difuzního záření na parametru otevřenosti zápoje zjištěného v roce 2019, tzn. po provedené těžbě, kdy $|OPENESS_2019| = 0,27$ (Tab. č. 7), ačkoliv vzájemná závislost zjištěná v roce 2017 byla výrazně odlišná, kdy $|OPENESS_2017| = 0,97$ (Tab. č. 7).



Graf č. 17: Meziroční porovnání hodnot difuzního záření v letech 2017 a 2019

Nízkou závislost lze sledovat na parametru změny stavu zásob mateřského porostu, kdy $|Změna_zásoby_ \%| = 0,10$ (Tab. č. 7). Tento vztah potvrzuje výše uvedenou korelaci mezi úrovní difuzního záření a zápojem porostu, protože se změnou zásoby zákonitě došlo i ke změně zápoje, resp. jeho otevřenosti, nicméně nepotvrdila se závislost difuzního záření na těchto parametrech (Graf. č. 17).

5. Diskuze

5.1. Zásoba mateřského porostu

Zjištěnou hektarovou zásobu mateřského porostu, která v době před těžbou činila cca. 289 m³/ha lze v porovnání s průměrnou zásobou porostů v ČR, která v roce 2018 činila 270 m³/ha (UHÚL, 2019) hodnotit jako lehce nadprůměrnou. Ve srovnání s údaji v LHP, kdy v době jeho zařizování byla

stanovena průměrná hektarová zásoba zkoumaného porostu na 281 m³, lze konstatovat, že od počátku platnosti plánu až do roku 2018, kdy bylo provedeno měření zásoby porostu před těžbou (svěrkování naplno), porost přirůstal hodnotou 1 m³ . ha⁻¹ . rok⁻¹, tzn. výrazně méně, než je PMP v ČR, kdy jeho hodnota činila v roce 2018 4,9 m³ b.k./ha (UHÚL, 2018), resp. 8,7 m³/ha v případě CBP. Tyto zjištěné hodnoty je možné dát do souvislosti s nízkou schopností borovice tvořit světlostní přírůst v druhé polovině obmýtl (Chroust, 2002 cit. podle Assmann, 1961).

Nicméně jako zajímavé se jeví porovnání objemu středního kmene, kdy v LHP jsou při téměř shodné zásobě zjištěné výpočtem na základě měření dříví uvedeny hodnoty 0,85 m³ pro BO a 0,73 m³ pro SM, kdežto z výpočtů provedených na základě svěrkování naplno vychází objem středního kmene 1,33 m³ pro BO a 0,40 m³ pro SM.

5.2. Četnosti

Dle výše uvedených výsledků (bod 4.2.), došlo dle dat sbíraných v roce 2019 k poklesu průměrné četnosti jedinců BO zastoupených na 1 m² na 12 500 ks . ha⁻¹, což je stále výrazně více, než jsou minimální počty sazenic, které bychom museli použít při umělé obnově lesa na holině (dle vyhlášky č. 139/2004 jsou minimální počty BO sazenic pro CHS 47 ve výši 8000 ks . ha⁻¹).

Mirschel eds. (2010) uvádí, že maximální počet jedinců přirozené obnovy vyšších než 50 cm na jejich zkušných plochách byl 17 000 ks . ha⁻¹, což je sice vyšší počet než u námi sledovaného porostu, nicméně nejedná se o řádově vyšší počty. Naopak výrazně vyšší počty jedinců z přirozené obnovy BO udává ve své práci Sloup eds. (2016), kdy se na jejich zkušných plochách vyskytovalo 20,9 – 27,4 tis. ks . ha⁻¹, nicméně připouštějí, že jimi sledované porosty byly před obnovou celoplošně mechanizovaně připraveny, což výrazně usnadnilo vzcházení semenáčků.

Z hlediska změny četnosti jedinců, resp. jejich úbytku byly vyhodnoceny jako zcela nejzásadnější faktory vliv zvěře (zejména černé) a poškození těžební činností.

Dle výstupů NIL je zvěří ovlivněno 42 % sledovaných jedinců v I. růstové kategorii (kultury) (UHÚL, 2017). Z výsledků získaných během terénního šetření lze konstatovat, že zjištěné zničení jedinců černou zvěří v 5 % případů, resp. v 0,5 % případů v případě vytloukání je výrazně nižší, než údaje zjištěné při NIL. Nicméně je v této souvislosti možné potvrdit tezi, kterou uvádí UHÚL (2017) ve své zprávě, že z hlediska vytloukání čelí BO a MD vyššímu tlaku, než při minulých šetřeních, protože viditelně poškození jedinci BO se vyskytovali napříč porostem i mimo zkusné plochy. V meziročním porovnání se jedná o nárůst jedinců poškozených zvěří, kdy v roce 2017 bylo zjištěno poškození u 3 % jedinců, kdežto v roce 2019 již u cca. 5,7 % jedinců.

Z pohledu vlivu černé zvěře bylo zničení jedinců vyrýváním a lámáním pozorováno u jedinců do výšky cca. 1 m; u vyšších jedinců se sporadicky objevovaly pouze otěry (malovánky). Pobytové znaky černé zvěře byly pozorovány v celém porostu i v jeho blízkém okolí, neboť hustota nárůstů poskytuje zvěři vhodné krytové podmínky.

Co se týče poškození těžební činností, uvádí Malík eds. (2007), že se počty poškozených stromů při využití HA technologie pohybovaly v rozmezí 1,99 – 3,52 % v porostech 3. až 5. VT. Ačkoliv studie neuvádí, zda se jednalo i o stromy v mladších růstových fázích (nárosty), lze konstatovat, že zjištěná cca. 3 % jedinců, kteří byli zničení TČ nejsou mimo uvedené rozmezí. Vzhledem k typu poškození, resp. zničení jedinců přirozené obnovy lze souhlasit i s výsledky, které uvádí Dejmal in Neruda (2004), kdy z celkového počtu poškozených jedinců připadá na vrub těžby 29 % případů a 71 % případů na vliv soustředování dříví.

Mortalitu přirozenou, tzn. způsobenou autoredukci, resp. vnitrodruhovou konkurencí bylo možné zjistit u cca. 3 % sledovaných jedinců (viz. bod.

4.2.1.), což je výrazně nižší množství, než uvádí Sloup et. Lehnerová (2016), kteří registrovali úhyn v nárostech v rozsahu 35 – 37 %.

5.3. Výškové přírůsty

Výškové přírůsty zjištěné v roce 2019 velmi silně korelovaly s výškou jedinců (viz. bod 4.3.2), což bylo zjištěno i při měření v roce 2017. Chroust (1997) uvádí, že výškový přírůst v borových mlazinách, kdy se začíná s jejich výchovou může dosahovat až 80 cm. Zjištěný průměrný roční výškový přírůst za roky 2013 – 2017 činil 15,96 cm a za roky 2015 – 2019 činil 16,28 cm, což lze popsat jako mírný nárůst, nicméně vzhledem k výše uvedené hodnotě se jedná stále o podprůměrnou hodnotu, přičemž je ale nutné brát v potaz fakt, že nárosty jsou pod clonou mateřského porostu a nelze tedy očekávat přírůsty jako u porostů založených na holině. Vzhledem ke skutečnosti, že při terénním měření uběhl od těžby necelý rok, lze teprve reakci v podobě zvýšených výškových i tloušťkových přírůstů u nárostů, resp. mlaziny očekávat v blízké budoucnosti.

Co se týká relativního výškového přírůstu, lze za nejvýznamnější kladné korelace považovat hodnoty otevřenosti zápoje a úroveň rozptýleného světelného záření. Pukkala eds. (1993) konstatoval, že relativní výškový přírůst koreloval nejvíce s hodnotou difuzního záření, což de facto potvrzuje výše uvedené. Nicméně při sbírání dat v roce 2019 byla sice vzájemná korelace otevřenosti zápoje a relativního výškového přírůstu mírně nižší než v roce 2017, ale vzájemný vztah mezi relativním výškovým přírůstem a hodnotou rozptýleného záření vykazoval překvapivě nevýznamnou korelaci ($r = -0,04$).

5.4. Změna světelného záření v porostu

Z hlediska přímého slunečního záření a jeho závislosti na porostních podmínkách nedošlo mezi roky 2017 a 2019 k žádnému novému zjištění.

Byla potvrzena závislost úrovně přímé sluneční radiace na parametru otevřenosti zápoje ($r = 0,46$), přičemž průměrná hodnota úrovně přímé sluneční radiace vzrostla vlivem těžby mateřského porostu o cca. 31 %. Současně je ze zjištěných výsledků patrné, že hodnota přímého slunečního záření byla negativně korelována zásobou mateřského porostu ($r = -0,31$), tzn. čím byla zásoba mateřského porostu vyšší, byla úroveň přímého slunečního záření nižší. V této souvislosti je ale nutné vysvětlit vyšší negativní korelaci ($r = -0,36$) této závislosti zjištěnou v roce 2019, kdy již byla data sbírána v porostu po provedené těžbě a předpokládám, že dojde k pozitivní změně závislosti těchto parametrů. Domnívám se, že je nutné uvažovat stínění odrůstajících nárostů v přízemní části porostu, které mohlo mít vliv na úroveň přímé sluneční radiace.

Překvapivou změnou je i výrazné snížení závislosti difuzního záření na otevřenosti zápoje porostu, kdy došlo k výrazné meziroční změně této závislosti ($r = 0,97$ v roce 2017 vs. $r = 0,27$ v roce 2019). Podobně nízkou závislost lze sledovat i na parametru změny stavu zásob mateřského porostu ($r = 0,10$). Tento vztah potvrzuje výše uvedenou korelaci mezi úrovní difuzního záření a zápojem porostu zjištěnou v roce 2019, protože se změnou zásoby zákonitě došlo i ke změně zápoje, resp. jeho otevřenosti. Podobně jako výše i zde se domnívám, že úroveň změřeného slunečního záření opět mohla být ovlivněna zvýšeným přírůstem BO nárostů a stíněním v přízemní části porostu, kde probíhalo samotné měření (1,3 m nad zemí). Tuto hypotézu potvrzuje i negativní korelace ($r = -0,21$) mezi výškou nárostů a úrovní difuzního záření zjištěná v roce 2019, přičemž v roce 2017 byl tentýž vztah kladně korelován hodnotou ($r = 0,03$). Právě změnou těchto závislostí lze vysvětlit ovlivnění distribuce difuzního záření v jednotlivých letech. Současně je ale nutno dodat, že samotná úroveň rozptýleného slunečního záření byla ve srovnání s rokem 2017 vyšší, což je znázorněno ve výše uvedeném grafu (graf č. 15) a lze tuto skutečnost potvrdit i vzájemným vztahem hodnot difuzního záření z roku 2017 a parametru změny stavu zásob, který byl korelován hodnotou $r = 0,23$.

Vliv změny světelných podmínek na BO nálety a nárosty potvrzují i výsledky, které uvádí de Chantal eds. (2003), kdy popisuje jednak poměrně strmou křivku růstu BO semenáčků v závislosti na zvýšených světelných počtech ve srovnání se SM semenáčky a současně i výraznou pozitivní změnu nadzemní suché biomasy (sušiny) BO semenáčků.

5.5. Návrhy na další práci s porostem

Pro budoucí vývoj porostu je možné i nadále pracovat formou výše popsaného kombinovaného jednotlivého výběru, nicméně vzhledem k ekologickým nárokům borovice, jejímu způsobu růstu lze v dalších zásazích zvolna přejít ke skupinové formě výběru. Z pohledu volby kombinace těžebních metod a těžebních technologií je i na základě výše uvedených výsledků považovat tyto za optimální. Samozřejmě i přes tato zjištění je ale nutné v budoucnu pracovat s vizí snížení vlivu těžby mateřského porostu na přirozené zmlazení volbou těžebně šetrných technologií – např. vyklizováním sortimentů z nárostů za pomoci koňského potahu, důsledným rozčleněním porostu trvalými přibližovacími linkami a zákazem pohybu VT, resp. UKT/SLKT mimo tyto linky.

Z pěstebního hlediska by bylo vhodné v odrůstajících skupinách přirozené obnovy provést prostřihávku, kterou by byli negativním výběrem eliminováni BO předrostlíci a obrostlíci a současně, s ohledem na biodiverzitu a výškovou diferenciaci pozitivním výběrem podpořeny vtroušené dřeviny, které se zde vyskytují (JD, DBZ, MD, BR, OS, KR). Vzhledem k převažujícímu lesnímu typu považuji za vhodné doplnit dřevinou skladu o slabě zastoupenou JD, kterou by bylo vhodné vnést do porostu formou podsadby.

6. Závěr

Cílem této práce bylo zjistit vliv těžby mateřského porostu na přirozenou obnovu borovice pod porostem.

Průměrná četnost jedinců přirozené obnovy pod porostem poklesla díky těžbě poměrně nevýznamně - z hodnoty cca. 14 tisíc jedinců . ha⁻¹ (pro jedince s výškou nad 25 cm) na cca. 12 500 ks . ha⁻¹. V absolutních hodnotách znamenalo poškození jedinců přirozené obnovy těžbou 3 % všech jedinců obnovy, poškození zvěří u cca. 5,7 % jedinců. Vliv těžby na pokles byl cca. 27 % (zničených jedinců) a tento vliv byl překryt vlivem zničení černou zvěří (cca. 45 % případů).

Z hlediska změny světelných podmínek v porostu způsobených těžbou, zejména rozvolněním zápoje byla potvrzena průměrná závislost výšky a výškových přírůstků na snížení zásoby mateřského porostu, nicméně vzhledem ke skutečnosti, že měření bylo provedeno po jedné vegetační sezóně od provedené těžby, lze zvýšenou reakci očekávat v následujících letech.

Současně by mělo díky poklesu zakmenění, resp. snížení zápoje docházet i k postupnému snižování poškozování přirozené obnovy v podobě pádu sněhu, ledu a větví z mateřského porostu (což byl statisticky významný faktor zjištěný při sběru dat v roce 2017). Hlavním problémem v dané lokalitě, ovlivňující stav přirozené obnovy borovice pod porostem ale i nadále zůstává vliv černé zvěře.

7. Seznam literatury a použitých zdrojů

Ammon, W. Výběrný princip v lesním hospodářství. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. 157 s. ISBN 978-80-87154-25-0

Assmann, E. In Chroust, L. Jak dál ve výchově borových porostů?: Sborník „Borovice – semenářství, školkařství, pěstování.“ Mimoň, 2002. Datum citace 15.5.2020. Dostupné z WWW: <http://vulhm.opocno.cz/download/chroust_z.pdf>

Bílek, L.; Remeš, J.; Švec, O.; Vacek, Z.; Štícha, V.; Vacek, S.; Javůrek, P. Ekologicky orientované pěstování borových porostů v podmínkách nižších a středních poloh: Lesnický průvodce 9/2017. Jíloviště – Strnady: VÚLHM Jíloviště – Strnady, 2017. s. 48. ISBN 978-80-7417-149-9. Dostupné z WWW: <http://www.vulhm.cz/sites/File/vydavatelska_cinnost/lesnicky_pruvodce/L_P_9_2017_na_web.pdf>

Červenský, J. Náhorní ekotyp borovice: Využití v horských a podhorských oblastech Šumavy. Lesnická Práce. 2017, ročník 96, IV, s. 17 – 19. ISSN 0322-9254

Česko. Ministerstvo zemědělství. Zákon č. 289 ze dne 15.12.1995 o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). In Sbírka zákonů České republiky. 1995, částka 76/1995, s. 3946. Dostupné také z WWW: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-1995-289-viceoblasti.html>

de Chantal, M.; Leinonen, K.; Kuuluvainen, T.; Cescatti, A. Early response of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings to an experimental canopy gap in a boreal spruce forest. Forest ecology and management: Forest ecology and management 176. 2003. s. 321 – 336. ISSN 0378-1127. Dostupné z WWW: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112702002736>>

Chábera, S.; Demek, J.; Hlaváč, V.; Kříž, H.; Malecha, A.; Novák, V.; Odehnal, L.; Suk, M.; Tomášek, M.; Zúška, V. Neživá příroda. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeské nakladatelství, 1985. 269 s.

Chroust, L. Ekologie výchovy lesních porostů. 1. vyd. Opočno: VÚLHM Opočno, 1997. s. 277. ISBN 80-238-0889-3

Chroust, L. Výběr pěstební. In Poleno, Z. eds. Lesnický naučný slovník, díl II. 1. vyd. Praha: MZe v Praze, 1994. s. 564. ISBN 80-7084-131-1

Chroust, L. Zásah pěstební. In Poleno, Z. eds. Lesnický naučný slovník, díl II. 1. vyd. Praha: MZe v Praze, 1994. s. 617. ISBN 80-7084-131-1

Jiráček, J. Průvodce lesy jižních Čech. 1. vyd. České Budějovice: Nakladatelství Kopp, 1998. 195 s. ISBN 80-7232-008-4

Kantor, P. Obnova lesa. In Poleno, Z. eds. Lesnický naučný slovník, díl I. 1. vyd. Praha: MZe v Praze, 1994. s. 628 – 630. ISBN 80-7084-111-7

Koblížek, J. Borovice, Pinus L. In Poleno, Z. eds. Lesnický naučný slovník, díl I. 1. vyd. Praha: MZe v Praze, 1994. s. 60. ISBN 80-7084-111-7

Košulič, M. Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu. 1. vyd. Brno: FSC ČR, 2010. 449 s. ISBN 978-80-254-6434-2

Kouba, J. Těžba dříví. In Poleno, Z. eds. Lesnický naučný slovník, díl II. 1. vyd. Praha: MZe v Praze, 1994. s. 444. ISBN 80-7084-131-1

Kozel, J. Klimatická změna a přestavby borových porostů. Lesnická Práce. 2016, ročník 95, IX, s. 18 – 19. ISSN 0322-9254

Kozel, J. Pro Silva v borových porostech po 10 letech. Lesnická Práce. 2016, ročník 95, IX, s. 20 – 22. ISSN 0322-9254

Kremer, B.P. Stromy. 1. vyd. Praha: Ikar, 1995. 287 s. ISBN 80-85830-92-2

Kuuluvainen, T.; Pukkala, T. Effect of Scots pine seed trees on the density of ground vegetation and tree seedlings. Silva Fennica. 1989, Vol. 23 N:o 2,

s. 159 – 167. Dostupné z WWW:
<<https://www.silvafennica.fi/pdf/article5379.pdf>>

LesInfo CZ. Textová část LHP LHC Hluboká nad Vltavou 1.1.2011 – 31.12.2020. 1. vyd. České Budějovice: LesInfo CZ. 753 s.

Leugnerová, G. *Pinus sylvestris* L. – borovice lesní (sosna). Botany.cz [online]. 3.7.2007. Dostupné z WWW: <<http://botany.cz/cs/pinus-sylvestris/>>

Malík, V.; Dvořák, J. Harvestorové technologie a vliv na lesní porosty. 1. vyd. Praha i.e. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. 84 s. ISBN 978-80-86386-92-8

Máchová, P.; Crčková, H.; Poláková, L.; Trčková, O. Genetická variabilita vybraných populací Borovice lesní v České republice: Zprávy lesnického výzkumu. Jíloviště – Strnady: VÚLHM Jíloviště – Strnady, 2016. Dostupné z WWW: <<http://www.vulhm.cz/sites/File/ZLV/fulltext/457.pdf>>

Mirschel, F.; Zerbe, S.; Jansen, F. Driving factors for natural tree rejuvenation in anthropogenic pine (*Pinus sylvestris* L.) forests in NE Germany. Forest ecology and management: Forest ecology and management 261. 2011. s. 683 – 694. ISSN 0378-1127. Dostupné z WWW: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037811271000695X>>

Musil, I.; Hamerník, J. Lesnická dendrologie 1 Jehličnaté dřeviny. 3. vyd. Praha: ČZU v Praze, 2003. 177 s. ISBN 80-213-0992X-2.ed.

Musil, I.; Hamerník, J. Jehličnaté dřeviny: Lesnická dendrologie 1. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Academia, 2007. 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9

Nárovcová, J.; Nárovec, V. Kritéria výběru sadebního materiálu borovice lesní pro stanoviště ohrožovaná suchem: Lesnický průvodce 06/2012. Jíloviště – Strnady: VÚLHM Jíloviště – Strnady, 2012. s. 36. ISBN 978-80-7417-061-4. Dostupné z WWW:
<http://www.vulhm.cz/sites/File/vydavatelska_cinnost/lesnicky_pruvodce/L_P_6_2012.pdf>

Neruda, J. Determinace poškozování lesních porostů těžebními technologiemi. 1. vyd. Brno: MZLU v Brně, 2004. 61 s. ISBN 80-7157-820-7.

Pukkala, T.; Kuuluvainen, T.; Stenberg, P. Below-Canopy distribution of photo-synthetically active radiation and its relation to seedling growth in a boreal *Pinus syl-vestris* stand. Scandinavian Journal of Forest Research, 8 (1-4). 1993. s. 313-325.

Remeš, J.; Bílek, L.; Ulbrichová, I.; Borůvka, L. Doporučené postupy pro využívání těžebních zbytků, přípravu půdy a obnovu borových porostů v podmínkách kyselých a chudých stanovišť nižších poloh: Lesnický průvodce 17/2016. Jíloviště – Strnady: VÚLHM Jíloviště – Strnady, 2016. s. 27. ISBN 978-80-7417-130-7. Dostupné z WWW: <http://www.vulhm.cz/sites/files/Informatika/Metodiky/LP_17_2016.pdf>

Roháček, A. Breviř stromů VLS ČR, s. p. Vojenské lesy a statky ČR, s.p., poslední aktualizace: 2007. Dostupné z WWW: https://www.vls.cz/media/down-loadables/VLS_Brevir_Stromy.pdf

Rožnovský, J. Světlo. In Poleno, Z. eds. Lesnický naučný slovník, díl II. 1. vyd. Praha: MZe v Praze, 1994. s. 390. ISBN 80-7084-111-7

Schütz, J.P. Výběrné hospodářství a jeho různé formy. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2011. 159 s. ISBN 978-80-7458-011-6

Simanov, V. Technologie. In Poleno, Z. eds. Lesnický naučný slovník, díl II. 1. vyd. Praha: MZe v Praze, 1994. s. 433. ISBN 80-7084-131-1

Slavíková, J.; Michálek, J. Ekologie rostlin. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 368 s.

Slodičák, M.; Novák, J.; Dušek, D. Výchova porostů borovice lesní: Lesnický průvodce 05/2013. Jíloviště – Strnady: VÚLHM Jíloviště – Strnady, 2013. s. 24. ISBN 978-80-7417-069-0. Dostupné z WWW: <http://www.vulhm.cz/sites/files/Informatika/Metodiky/LP_5_2013_na_web.pdf>

Sloup, M.; Lehnerová, L. Vliv prvních výchovných zásahů na růst a vývoj borové mlaziny z přirozené obnovy. Zprávy lesnického výzkumu. Jíloviště – Strnady: VÚLHM Jíloviště – Strnady, 2016. s. 213 – 222. Datum citace 15.5.2020. Dostupné z WWW: < <https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/02/456.pdf> >.

Soukup, F.; Pešková, V. Odumírání borovice lesní v ČR v roce 2004. Lesnická Práce. 2004, ročník 83, VIII, s. 18 – 19. ISSN 0322-9254

Šindelář, J. Přirozená obnova borovice lesní. Lesnická Práce. 2004, ročník 83, VIII, s. 25 – 27. ISSN 0322-9254

UHÚL. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2016. Praha: MZe ČR, 2017. 132 s. ISBN 978-80-7434-389-6

UHÚL. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2018. Praha: MZe ČR, 2019. 110 s. ISBN 978-80-7434-530-2

UHÚL. Inventarizace škod zvěří na lesním hospodářství České republiky. Datum citace 15.5.2020. Dostupné z WWW: <http://www.uhul.cz/mapy-a-data/362-portal-myslivosti/data-o-myslivosti/723-isz#Setreni_1>

USDA Forest Service, 1966: Pinus sylvestris (Scots Pine) range map. Scanned from USDA Forest Service, *Geographic distribution of the pines of the world*, Misc. Publ. 991, 1966). Datum citace 15.5.2020. Dostupné z WWW: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinus_sylvestris_distribution_map.jpg>

Úradníček, L. Lesnická dendrologie I. (Gymnospermae). 1. vyd. Brno: MZLU v Brně, 2003. 102 s. ISBN 80-7157-643-3

8. Přílohy

Fotografie sledovaného porostu



Fotografie č. 1: Přirozená obnova v porostních mezerách (2017)



Fotografie č. 2: Vyznačený těžební zásah (2018)



Fotografie č. 3: Vyznačený těžební zásah (2018)



Fotografie č. 4: Probíhající těžba (kmenová metoda) (2018/2019)



Fotografie č. 5: Probíhající těžba (sortimentní metoda) (2018/2019)



Fotografie č. 6: Probíhající těžba (sortimentní metoda) (2018/2019)



Fotografie č. 7: Porost po provedené těžbě (2019)



Fotografie č. 8: Porost po provedené těžbě (2019)



Fotografie č. 9: Nárosty poškozené těžbou



Fotografie č. 10: Nárosty poškozené vyryváním černou zvěří (2018)



Fotografie č. 11: Nárosty poškozené černou zvěří (2018)

