

# Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská  
Katedra ekologie lesa



Vliv stanovištních podmínek na růst přirozené obnovy *Pinus sylvestris* pod porostem (LS Hluboká nad Vltavou)

Bakalářská práce

Autor: Jiří Pavlík, DiS.

Vedoucí práce Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D.

2018

## Zadání BP



Česká zemědělská univerzita v Praze  
Fakulta lesnická a dřevařská

### ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce: Jiří Pavlík, DiS.  
Studijní program: Lesnictví  
Obor: Provoz a řízení myslivosti

Vedoucí práce: Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D.  
Garantující pracoviště: Katedra ekologie lesa  
Jazyk práce: Čeština

Název práce: **Vliv stanovištních podmínek na růst přirozené obnovy *Pinus sylvestris* pod porostem (Hluboká)**

Název anglicky: **The effect of stand characteristics to the *Pinus sylvestris* natural regeneration in understory (Hluboká)**

Cíle práce: Vyhodnotit přirozenou obnovu borovice pod porostem z hlediska kvality, přírůstků a poškození a popsat hlavní stanovištní faktory, které mají na tuto obnovu vliv.

Metodika: Metodika:  
1. Získání základního přehledu na základě publikovaných informací k danému tématu.  
2. Výběr a založení pokusných ploch ve vhodných porostech s přítomnou přirozenou obnovou.  
3. Změření kvantitativních (výška, tloušťka kořenového krčku, přírůstek) a kvalitativních (příměst kmene, poškození) parametrů obnovy.  
4. Vyhodnocení stanovištních podmínek (konkurence ostatních dřevin, světelné podmínky, bylinné patro, základní charakteristiky nadložního humusu).  
5. Vyhodnocení vlivu jednotlivých stanovištních parametrů na obnovu.  
6. Zpracování práce po formální stránce.

Doporučený rozsah práce: 30-35 str.

Klíčová slova: Přirozená obnova, světlomilné dřeviny, ekologické nároky borovice, světelné podmínky

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. Erefur Ch., Bergsten U., de Chantal M. (2008): Establishment of direct seeded seedlings of Norway spruce and Scots pine: Effects of stand conditions, orientation and distance with respect to shelter tree, and fertilisation. *Forest Ecology and Management* 255: 1186-1195.
3. Hyppönen M., Hallikainen V., Niemelä J., Rautio P. (2013): The contradictory role of understory vegetation on the success of Scots pine regeneration. *Silva Fennica* 47 (1), article id.903. 19p.
4. Kuuluvainen T., Pukkala T. (1989): Effect of Scots pine seed trees on the density of ground vegetation and tree seedlings. *Silva Fennica* 23: 159-167.
5. Luoma S. (1997): Geographical pattern in photosynthetic light response of *Pinus sylvestris* in Europe. *Functional Ecology* 11(3): 273-281.
6. Mikeska M. et al. (2008): Lesnicko-typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR. *Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy*, 447 s.
7. Mirschel F., Zerbe S., Jansen F. (2011): Driving factors for natural tree rejuvenation in anthropogenic pine (*Pinus sylvestris* L.) forests of NE Germany. *Forest Ecology and Management* 261: 683-694.

Předběžný termín 2017/18 LS - FLD  
obhajoby:

Elektronicky schváleno: 14. 9. 2017  
**prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.**  
Vedoucí katedry

## Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Vliv stanovištních podmínek na růst přirozené obnovy *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 bakalářské práce.

Děkuji své rodině za neocenitelnou podporu při studiu.

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

## Abstrakt:

V rámci podrostního hospodaření s borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) v lesních porostech LČR, s.p., LS Hluboká nad Vltavou bylo v měsících říjnu a listopadu 2017 provedeno terénní šetření na revíru Ševětín, které mělo za cíl zhodnotit stanovištní faktory ovlivňující přirozenou obnovu borovice lesní (BO) pod mateřským porostem. Bylo vybráno 8 čtvercových ploch o výměře 0,25 ha a v každé z těchto ploch bylo v pravidelném rozmístění stabilizováno 5 kruhových zkusných plošek o výměře 7,07 m<sup>2</sup>, ve kterých se uskutečnilo podrobné šetření. Celkem bylo změřeno 403 ks jedinců přirozené obnovy BO o výšce 25 cm +. U každého jedince byl změřen průměr krčku, výška, průměr ve výčetní výšce (d1,3), výškové přírůsty za posledních pět let, průměr koruny, úhel větvení, kvalita vzrůstu, vzdálenost od nejbližšího dospělého stromu a vzdálenosti od dvou nejbližších jedinců přirozené obnovy. Současně byly vyhodnoceny základní parametry prostředí včetně fotosynteticky aktivní radiace pomocí hemisférické fotografie, změření kruhové výčetní základny, popisu bylinného a mechového patra a změření jednotlivých humusových vrstev.

Počty přirozené obnovy dosahovaly v průměru 14 300 ks x ha<sup>-1</sup>. Jako nejvýznamnější faktor negativně ovlivňující četnost přirozené obnovy BO byla vyhodnocena přítomnost druhu *Vaccinium myrtillus* ( $r=-0,50$ ). Z hlediska dendrometrických parametrů zejména tloušťky kořenového krčku, výšky, průměrných výškových přírůstů a šířky koruny jedinců byla jako zásadní faktor ( $r=0,56$  až  $0,60$ ) vyhodnocena vzdálenost jedinců přirozené obnovy od dospělého stromu. Negativně byly tyto dendrometrické parametry korelovány hodnotou kruhové výčetní základny ( $r=-0,30$ ).

Kvalitu jedinců nejvíce negativně ovlivňovala úroveň difuzního záření, resp. porostního zápoje ( $r=0,15$  až  $0,16$ ), tzn. čím byl zápoj nižší, byla nižší i kvalita jedinců.

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

## 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 2017. 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 were measured: The diameter of root collar, the height, the diameter in 1,3 m from tree heel, height increment over the last five years, the crown diameter, the quality of growth, the branching angle, the distance of the closest adult tree, the distance of two closest individuals of natural regeneration. At the same time basic stand characteristics were recorded, including humus horizons, mature stand characteristics and herbal layer. The hemispherical photos were taken to evaluate the photosynthetically active radiation.

Average numbers of natural regeneration reached 14 300 ind/ha. As the most significant factor for the quantity of the natural regeneration of scotch pine was determined the density of the undergrowth of *Vaccinium myrtillus*, whose effect was negative ( $r=-0,50$ ). In terms of measured values of the young individuals (the diameter of root collar, the height, the height increment over the last five years, the diameter of the crown) the distance of the closest adult tree was the most significant factor ( $r=0,56 - 0,60$ ). The basic dendrometric parameters were also affected by the basal areal, whose rising value had a negative effect ( $r=-0,30$ ).

The quality of young individuals of the natural regeneration was most negative affected by the diffuse FAR, resp. openness of the canopy ( $r=0,15 - 0,16$ ) – increasing value of the openness had a negative effect on the quality of individuals.

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

## Obsah:

Abstrakt .....	6
Abstract .....	7
Obsah .....	8
Seznam tabulek, obrázků a grafů .....	11
Seznam použitých zkratk a symbolů .....	13
1. Úvod.....	14
1.1 Cíle práce .....	15
2. Literární rešerše .....	16
2.1. Borovice lesní ( <i>Pinus sylvestris</i> ).....	16
2.1.1. Popis druhu .....	16
2.1.2. Rozšíření .....	19
2.1.3. Ekologie .....	20
2.1.3.1. Světelné záření .....	21
2.1.3.2. Vodní režim .....	22
2.1.3.3. Nároky na živiny .....	23
2.1.3.4. Teplota .....	23
2.2. Obnova borových porostů .....	24
2.2.1. Umělá obnova .....	24
2.2.2. Přirozená obnova .....	24
2.3. Základní údaje o LHC .....	26
2.3.1. Klimatické a hydrologické poměry .....	27
2.3.2. Pedologické poměry .....	28



3. Metodika .....	32
3.1. Charakteristika revíru Ševětín .....	32
3.1.1. Charakteristika porostu .....	33
3.2. Terénní měření .....	34
3.2.1. Zjišťované parametry jedinců přirozené obnovy BO .....	36
3.3. Statistické vyhodnocení .....	39
4. Výsledky .....	40
4.1. Četnost jedinců přirozené obnovy .....	40
4.2. Dendrometrické parametry .....	41
4.2.1. Průměr kořenového krčku .....	41
4.2.2. Výška jedinců .....	42
4.2.3. Výškové přírůsty .....	44
4.2.4. Průměr koruny .....	46
4.2.5. Úhel větvení .....	47
4.3. Kvalita jedinců .....	48
4.4. Poškození jedinců .....	49
4.5. Faktory prostředí ovlivňující přirozenou obnovu BO.....	50
4.5.1. Světelné podmínky .....	50
4.5.2. Humusové horizonty .....	52
4.5.3. Zhodnocení bylinného a mechového patra .....	52
5. Diskuze .....	52
5.1. Četnosti .....	52
5.2. Dendrometrické parametry .....	54

5.2.1. Tloušťka kořenového krčku .....	54
5.2.2. Výška a výškové přírůsty .....	55
5.2.3. Průměr koruny .....	55
5.2.4. Úhel větvení .....	56
5.2.5. Kvalita jedince .....	57
5.3. Poškození jedinců přirozené obnovy .....	57
5.4. Světelné záření .....	57
6. Závěr .....	58
7. Seznam literatury a použitých zdrojů .....	60
8. Přílohy .....	64

## Seznam tabulek, obrázků a grafů

Obr. č. 1: Borovice lesní, s. 16

Obr. č. 2: Mapa areálu borovice lesní, s. 19

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. 35

Tab. č. 1: Příslušnost LHC k PLO, s. 26

Tab. č. 2: Organizační členění LHC, s. 26

Tab. č. 3: Zastoupení LVS na LHC Hluboká n/Vlt., s. 27

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

Tab. č. 5: Výsledky fotosynteticky aktivního záření v členění dle jednotlivých zkusných ploch, s. 38 – 39

Tab. č. 6: Korelační matice závislosti jednotlivých parametrů, s. 50

Tab. č. 7: Přehled poškození jedinců přirozené obnovy BO na jednotlivých zkusných plochách, s. 49

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. 30

Graf č. 3: Četnost jedinců dle jednotlivých zkusných ploch, s. 40

Graf č. 4: Tloušťky kořenového krčku dle jednotlivých zkusných ploch, s. 41

Graf č. 5: Výšky jedinců dle jednotlivých zkusných ploch, s. 42

Graf č. 6: Průměrné výškové přírůsty dle jednotlivých zkusných ploch, s. 44

Graf č. 7: Relativní výškové přírůsty dle jednotlivých zkusných ploch, s. 45

Graf č. 8: Šířky korun jedinců přirozené obnovy dle jednotlivých zkusných ploch, s. 46

Graf č. 9: Úhel větvení jedinců přirozené obnovy dle jednotlivých zkusných ploch, s. 47

Graf č. 10: Kvalita jedinců přirozené obnovy na jednotlivých zkusných plochách, s. 48

Graf č. 11: Závislost relativního výškového přírůstu na hodnotě otevřenosti zápoje OPENESS, s. 51

## Seznam použitých zkratek a symbolů

$D_k$  - tloušťka kořenového krčku

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

DSLR – digitální zrcadlovka

CHS – cílový hospodářský soubor

FH/A – humusové horizonty

H – výška jedince

HS – hospodářský soubor

LHC – lesní hospodářský celek

LHE – lesní hospodářská evidence

LHP – lesní hospodářský plán

LVS – lesní vegetační stupeň

MCVT – maximální celková výše těžeb

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

MZD – meliorační a zpevňující dřeviny

PLO – přírodní lesní oblast

PUPFL – pozemek určený k plnění funkcí lesa

SLT – soubor lesních typů

## 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 16,4 % plochy lesních porostů (MZe, 2017). 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, 2017; 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) a také hospodářský způsob holosečný s ponechanými výstavky rodičovských stromů, které tvoří genetický základ následné generace lesa (Šindelář, 2004; Kantor, 1994). Výběrné principy hospodaření jsou teoreticky možné i u borovice lesní (Košulič, 2010), nicméně v současnosti v ČR čistě výběrné

borové porosty, resp. výběrné porosty s převahou borovice nejsou v literatuře popsány.

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 s půdoochrannou funkcí (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 bakalářské práce je vyhodnocení růstového potenciálu přirozené obnovy BO pod mateřským porostem z hlediska stanovištních podmínek sledovaného porostu. V rámci sledovaných dendrometrických ukazatelů a stanovištních podmínek pak vyhodnotit statisticky významné faktory ovlivňující přirozenou obnovu BO, zejména četnost a kvalitu nárostů.

## 2. Literární rešerše

### 2.1. Borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

#### 2.1.1. Popis druhu



Obrázek 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, písčitých 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



Obrázek č. 2: Mapa areálu Borovice lesní (wikipedia.org)

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 klimotyp 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).

### 2.1.3.1. 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 světломilnou, 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).

### 2.1.3.2. 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).

#### 2.1.3.3. 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).

#### 2.1.3.4. 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 prostokořenného sadebního materiálu, nicméně čím dál vyšší podíl zaujímá obalovaný sadební materiál, zejména semenáčky a sazenice pěstované 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 snad 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 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 ruchtadla 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*. Odpadá tím možnost, využití TTS bran

a pluhu Kromberger, které je možné realizovat pouze pro přípravu půdy na holině.

### 2.3. 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 m<sup>3</sup> 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
<b>Celkem</b>	<b>11026,09</b>	<b>100</b>

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
<b>Celkem</b>	<b>Hluboká n/Vlt.</b>	<b>11400,89</b>	<b>11026,09</b>

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
<b>Celkem</b>	<b>11026,09</b>	<b>100</b>

### 2.3.1. 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.

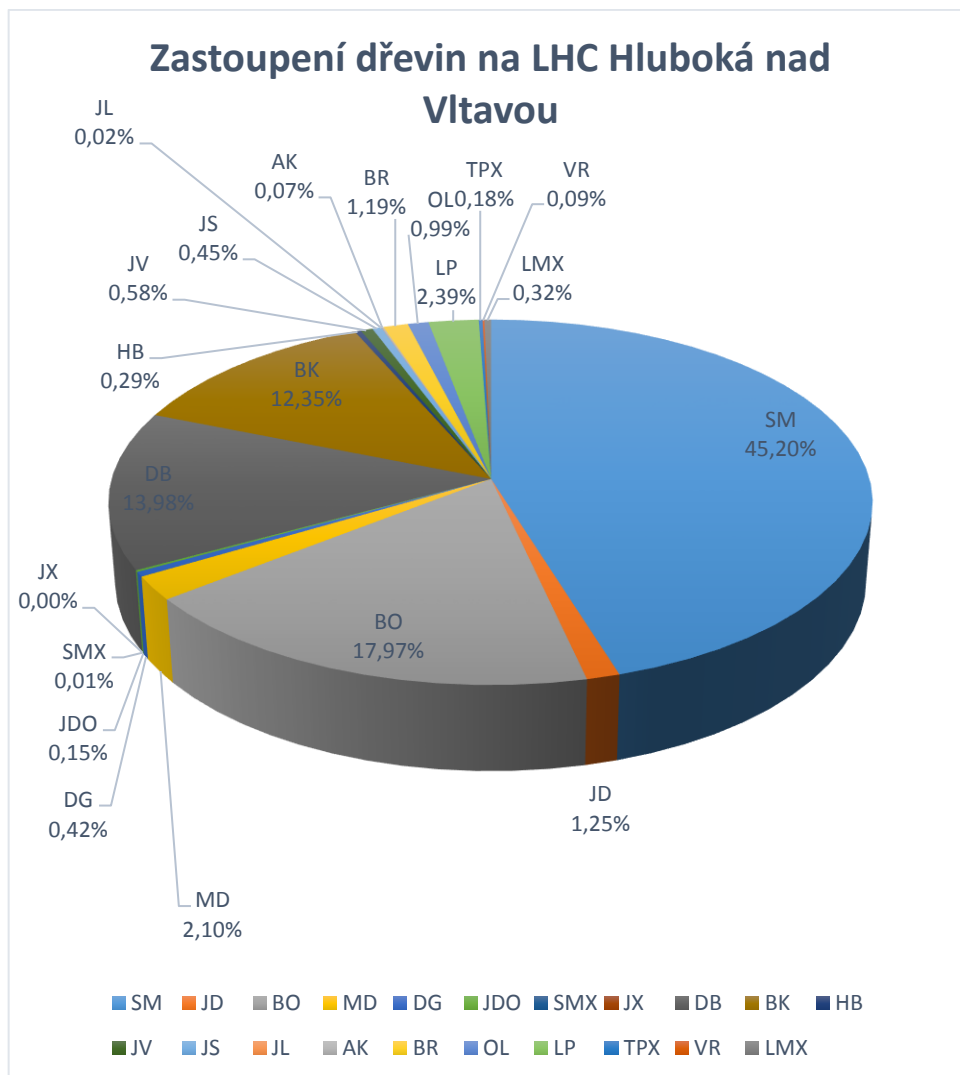
Hydrologicky je převážná část území LHC odvodňována řekou Vltavou, pouze východní okrajová část území, která se nachází v třeboňské pánvi je odvodňována řekou Lužnicí.

### 2.3.2. Pedologické poměry

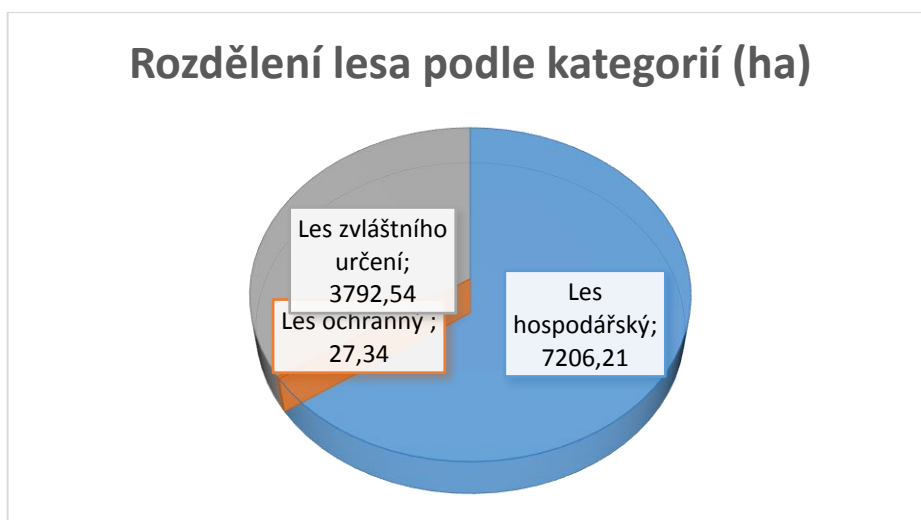
Pedologické poměry na LHC Hluboká nad Vltavou zastupují následující skupiny půdních typů:

- 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



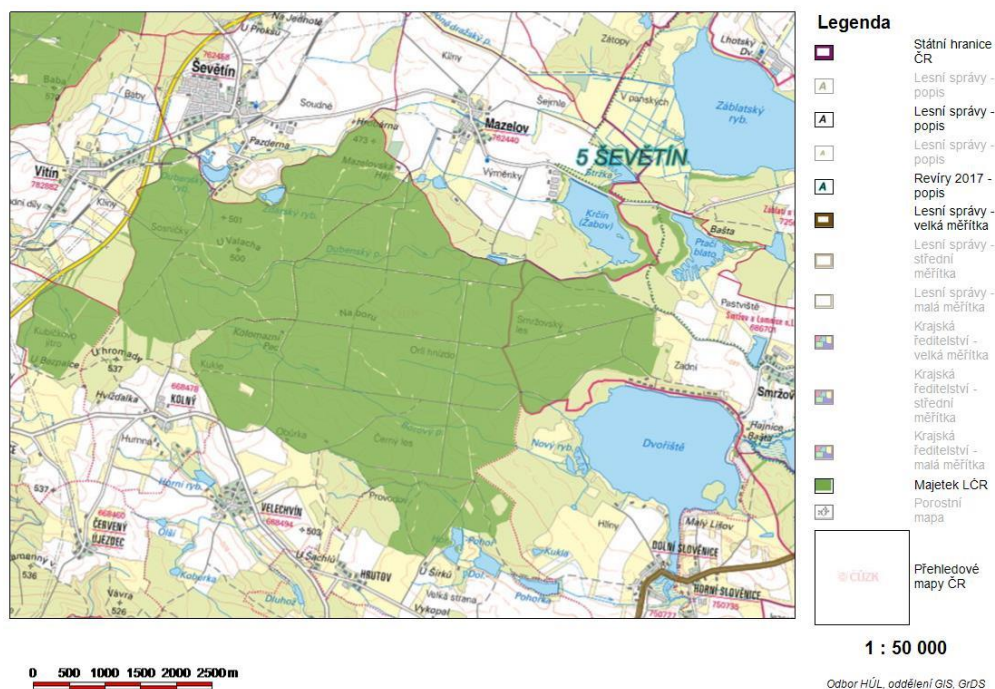
Graf č. 2: Rozdělení lesa na LHC Hluboká nad Vltavou podle kategorií

Tab. č. 3: 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

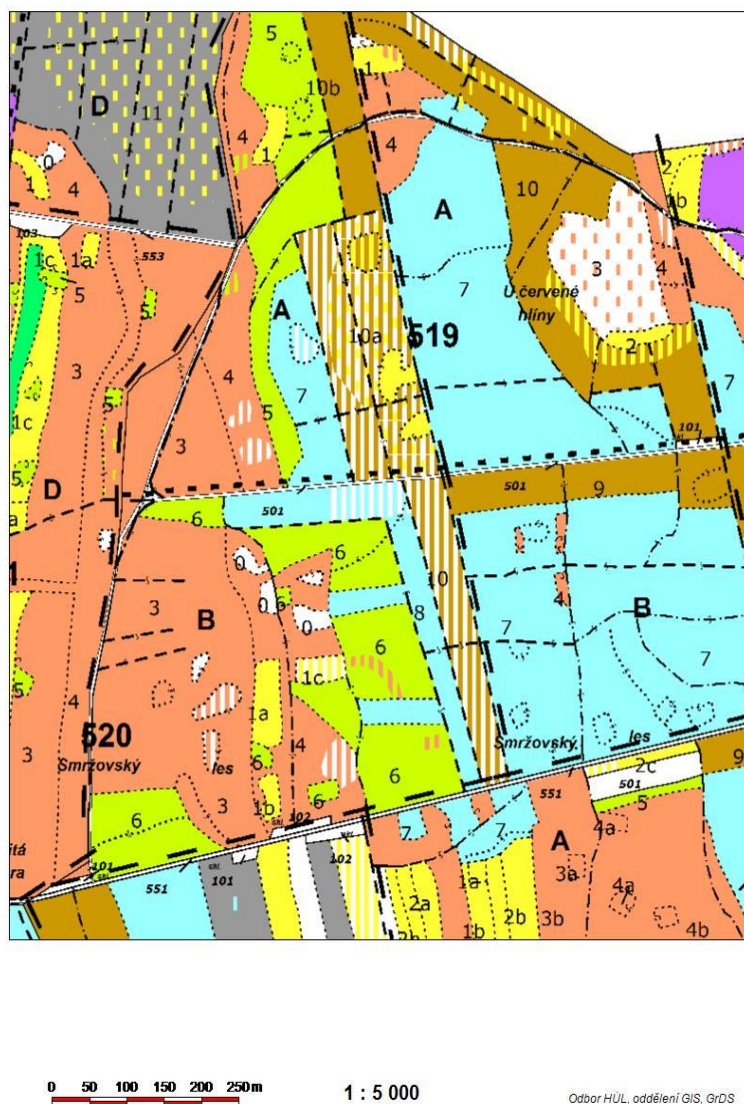


Obr. č. 3: Přehledová mapa revíru Ševětín

Revír Ševětín se nachází v lesním komplexu, který lze prostorově vymezit oblastí ohraničenou v západní části spojnicí mezi obcemi Vitín 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 104 let. Zastoupení dřevin je následující: BO 95 %; SM 5%, objem středního kmene pro dřevinu BO 0,85 m<sup>3</sup>, pro SM 0,73. Obě dřeviny jsou zařazeny do fenotypové kategorie C – porosty jsou z hlediska hospodářského průměrné kvality a lze je přirozeně obnovovat.

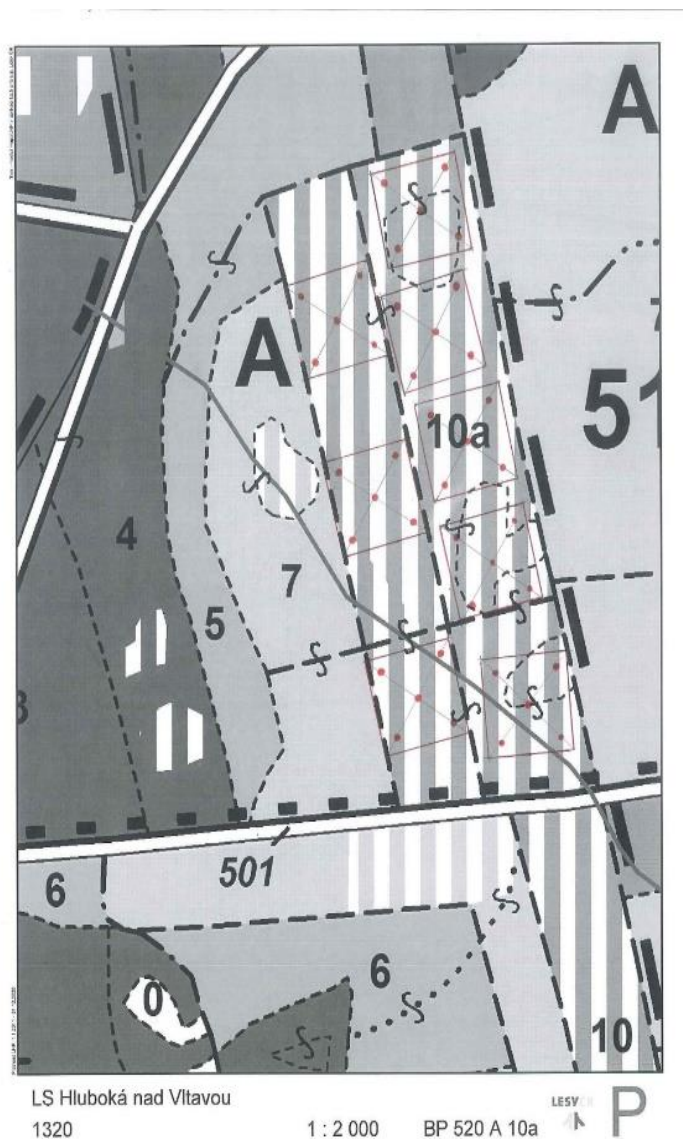
Hektarová zásoba činí 281 m<sup>3</sup>, resp. 1093 m<sup>3</sup> za celý porost. Pro celou porostní skupinu je předepsána obnovní těžba ve výši 64 m<sup>3</sup> na celé decennium. Obmýtí je stanoveno na 130 let s obnovní dobou 30 let - modelový počátek obnovy porostu je tedy ve 111ti letech. Předepsaný minimální podíl MZD při obnově porostu je ve výši 20 %. Současné zakmenění porostu činí 0,6 plného zakmenění. Dle LHE nebyla v současném decenniu provedena žádná úmyslná těžba, pouze těžba nahodilá v celkové výši 22,12 m<sup>3</sup>.

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 m<sup>3</sup>, celková zásoba porostu 2482 m<sup>3</sup>. Dle LHE z minulého decennia bylo v roce 2002 v porostu vytěženo 347,41 m<sup>3</sup> úmyslnou těžbou výchovnou a v letech 2003 – 2008 celkem 749,3 m<sup>3</sup> 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.

### 3.2. Terénní měření

V porostu bylo vytýčeno celkem 8 čtvercových ploch o délce strany 50 m. Vzhledem k různorodým růstovým fázím nárostů a jejich hustotě bylo samotné zaměření lomových bodů provedeno pomocí stavebního pásma a mobilní mapové aplikace Locus MapPro. Lomové body byly v terénu stabilizovány dřevěnými kůly a pro snazší orientaci barevně rozlišeny. V každé čtvercové ploše bylo v pravidelném tvaru (hrací kostka) rozmístěno celkem 5 zkusných plošek, střed každé plošky byl stabilizován dřevěným kůlem. Vzdálenost středů okrajových zkusných plošek od lomových bodů

byla 20 m diagonálně. Každá z kruhových zkusných plošek měla plochu 7,07 m<sup>2</sup>, poloměr každé plošky činil 1,5 m. Pro jednoduché vytýčení zkusné plošky bylo zhotoveno měřidlo z dřevěné latě o fixní délce 1,5 m, se kterým byla opisována kružnice kolem středu každé plošky.



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

### 3.2.1. Zjišťované parametry jedinců přirozené obnovy BO

V rámci 40 zkusných ploch byly změřeny vybrané parametry BO jedinců přirozené obnovy. Změřeni byli všichni jedinci vyšší než 25 cm včetně, nacházející se uvnitř vytýčených zkusných ploch. Každý jedinec byl po změření zaevidován do terénního zápisníku a označen jedinečným číslem uvedeným na hliníkovém štítku.

Celkově bylo na zkusných plochách změřeno 403 ks jedinců přirozené obnovy BO. U každého jedince byly sledovány tyto dendrometrické parametry:

- Průměr kořenového krčku  $|D_k|$  – měřeno posuvným měřidlem s přesností 0,5 mm.
- 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.
- Průměr ve výčetní výšce  $|D_{1,3}|$  – byl měřen u jedinců s výškou větší než 130 cm pomocí posuvného měřidla s přesností 0,5 mm.
- Roční přírůsty  $|P_{2017}; P_{2016}; P_{2015}; P_{2014}; P_{2013}|$  byly měřeny za pomoci svinovacího metru s přesností 1 cm. Celkově bylo měřeno 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  $[P_{avg} / H * 100]$  (%).
- Průměr koruny  $|Q|$  byl měřen svinovacím metrem s přesností 5 cm.
- Relativní průměr koruny  $|Q\%|$  byl vypočten jako poměr průměru koruny a výšky jedince  $[Q / H * 100]$  (%).
- Úhel větvení  $|\alpha|$  byl zjišťován pomocí úhlooměru měřením od horizontály jednotlivých pater s přesností 10°.

Dále byly hodnoceny kvalitativní parametry:

- Dle individuálního posouzení vybraných znaků (přímost kmene, tvar koruny) bylo každému jedinci přiřazeno hodnocení na škále 1 – 4, kdy známkou 1 byly hodnoceni nadprůměrní jedinci, známkou 2 jedinci s mírným prohnutím kmene (jednoduchá křivost), známkou 3 jedinci se složenou křivostí a dvojáky, známkou 4 podprůměrní, tvarově a růstově nevhodní jedinci.
- Současně bylo posuzováno poškození jedinců. 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).

Parametry prostředí spočívaly ve zhodnocení vlivů mateřského porostu a mezidruhové konkurence:

- Vzdálenost sledovaného jedince od nejbližšího dospělého stromu |L\_mat| byla měřena za pomoci stavebního pásma s přesností 10 cm.
- Vzdálenost sledovaného jedince od dvou nejbližších jedinců přirozené obnovy |L1; L2| (bez ohledu na druh) byla měřena svinovacím metrem s přesností 2 cm.
- Kruhová výčetní základna |BA\_mat| na každé zkusné ploše byla zjišťována pomocí relaskopického klínku.

Dále byly zjišťovány údaje pro vyhodnocení mikrostanovištních podmínek:

- Individuální posouzení procentuálního zastoupení druhů Brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), Brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*), Bezkoleneček rákosovitý (*Molinia arundinacea*), Vřes obecný (*Calluna vulgaris*) v každé zkusné ploše. Současně byla posuzována přítomnost mechového patra a jeho zastoupení v rámci zkusné plochy.
- Na každé zkusné ploše byla provedena půdní minisonda za účelem zjištění mocnosti humusových L, F, H, A horizontů. Měřeno svinovacím metrem s přesností 0,5 cm.

Pro hodnocení světelných podmínek byla na každé ploše pořízena orientovaná hemisférická fotografie. Fotografie byly snímány v období vegetačního klidu (listopad 2017), 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:

- Fotosynteticky aktivní složky (FAR\_direct) = přímá sluneční radiace
- Podíl rozptýleného (difuzního) záření (FAR\_difuse)
- Celková sluneční radiace (FAR\_total)
- Procentuální zápoj je vyjádřen inverzní hodnotou parametru OPENESS, resp. lze jej vysvětlit jako otevřenost zápoje

Jednotkou FAR je  $1 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ .

*Tab. č. 5: Výsledky fotosynteticky aktivního záření v členění dle jednotlivých zkušných ploch v  $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$*

Číslo plochy	PPDF_dir	PPDF_diff	PPDF_tot
HL_1_1	12,35	2,34	14,69
HL_1_2	6,46	1,54	8,00
HL_1_3	7,20	1,93	9,13
HL_1_4	9,52	2,07	11,59
HL_1_5	11,21	2,23	13,44
HL_2_1	12,59	1,93	14,51
HL_2_2	8,29	1,39	9,68
HL_2_3	19,45	2,65	22,11
HL_2_4	14,21	2,30	16,50
HL_2_5	8,99	2,81	11,80
HL_3_1	6,86	1,85	8,71
HL_3_2	13,13	2,25	15,38
HL_3_3	14,27	2,20	16,47

HL_3_4	7,48	1,47	8,95
HL_3_5	13,69	1,14	14,83
HL_4_1	16,41	2,08	18,49
HL_4_2	16,45	2,39	18,84
HL_4_3	8,87	1,52	10,39
HL_4_4	11,08	2,02	13,10
HL_4_5	11,15	2,08	13,23
HL_5_1	3,63	1,27	4,90
HL_5_2	11,87	1,77	13,64
HL_5_3	5,59	1,38	6,97
HL_5_4	5,55	1,81	7,36
HL_5_5	12,41	1,85	14,25
HL_6_1	11,05	1,83	12,88
HL_6_2	8,48	2,08	10,55
HL_6_3	12,23	1,81	14,04
HL_6_4	12,51	1,89	14,40
HL_6_5	8,45	1,99	10,45
HL_7_1	8,87	1,67	10,54
HL_7_2	4,10	1,39	5,49
HL_7_3	6,01	1,76	7,78
HL_7_4	11,35	1,91	13,25
HL_7_5	10,36	1,97	12,33
HL_8_1	8,87	1,48	10,35
HL_8_2	4,26	1,41	5,67
HL_8_3	7,62	1,55	9,18
HL_8_4	12,26	1,67	13,93
HL_8_5	9,16	1,65	10,81

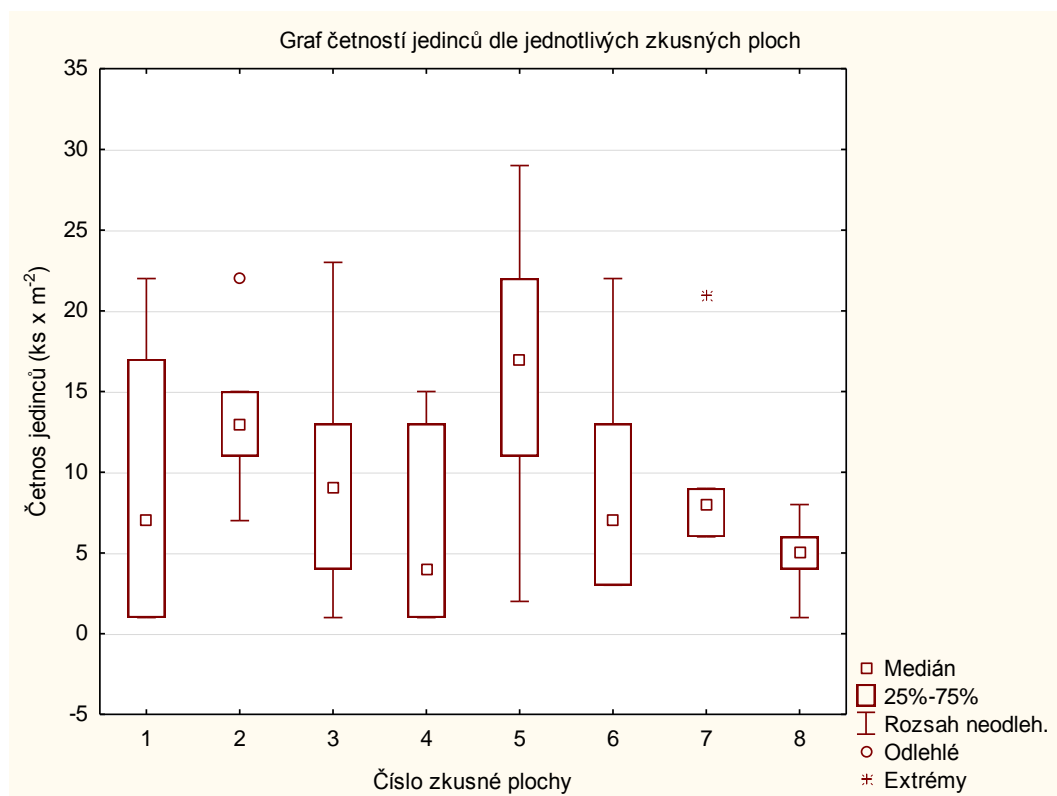
### 3.3. Statistické vyhodnocení

Statistické vyhodnocení bylo provedeno pomocí programu MS Excel a programu Statistica 12. Jelikož veškeré sledované parametry prostředí i obnovy 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. 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. Četnost jedinců obnovy



Graf č. 3: Četnost jedinců dle jednotlivých zkusných ploch

Jedním z nejzásadnějších parametrů potenciálu přirozené obnovy je četnost jedinců. Na měřených ploškách bylo zjištěno rozmezí četnosti jedinců v intervalu 0,14 – 4,1 jedinců na  $m^2$  (Graf č. 3). Průměrná hodnota počtu četnosti jedinců pak činí 1,43  $ks/m^2$ .

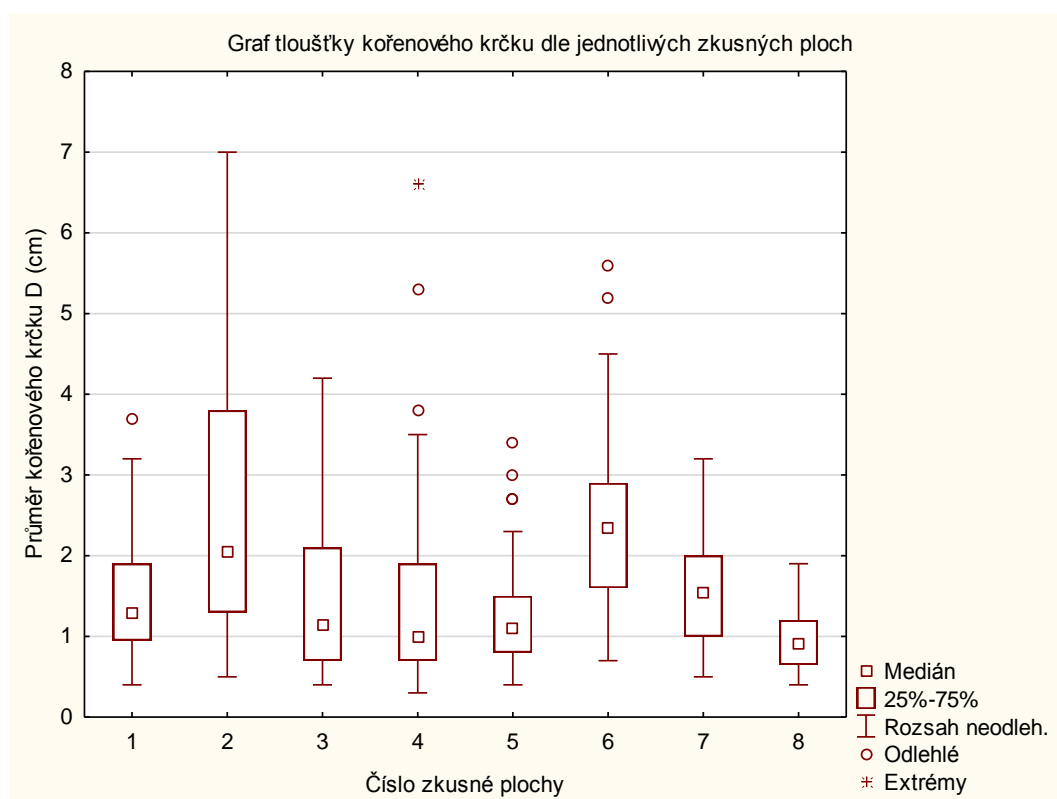
Četnost jedinců na zkusných ploškách je nejvíce kladně korelována parametrem přímé sluneční radiace (Tab. č. 6), kdy  $|PPDF_{dir}| = 0,30$ . Statisticky významným parametrem kladně ovlivňující četnost přirozené obnovy je také hodnota pokrývnosti povrchu zkusné plochy hrabankou, kdy  $|hrab_{\%}| = 0,29$ . Tuto závislost lze vysvětlit tak, že čím vyšší je pokrývnost



povrchu hrabankou (tedy nižší zabuřnění, resp. nepřítomnost keřů rodu *Vaccinium*, příp. mechového patra), tím je vyšší zastoupení jedinců přirozené obnovy BO. Záporně je pak četnost nejsilněji ovlivněna hodnotou pokryvností plochy brusnicí borůvkou (*Vaccinium myrtillus*), kdy  $|Vaccin\_%| = -0,51$ . Dále je četnost negativně korelována hodnotou vzdálenosti jedinců přirozené obnovy od nejbližšího dospělého stromu, kdy  $|L\_mat| = -0,11$ . Ačkoliv se jedná o statisticky slabou závislost, lze ji vysvětlit tak, že se vzrůstající vzdáleností od dospělého, resp. mateřského stromu klesá počet jedinců obnovy.

## 4.2. Dendrometrické parametry

### 4.2.1. Průměr kořenového krčku

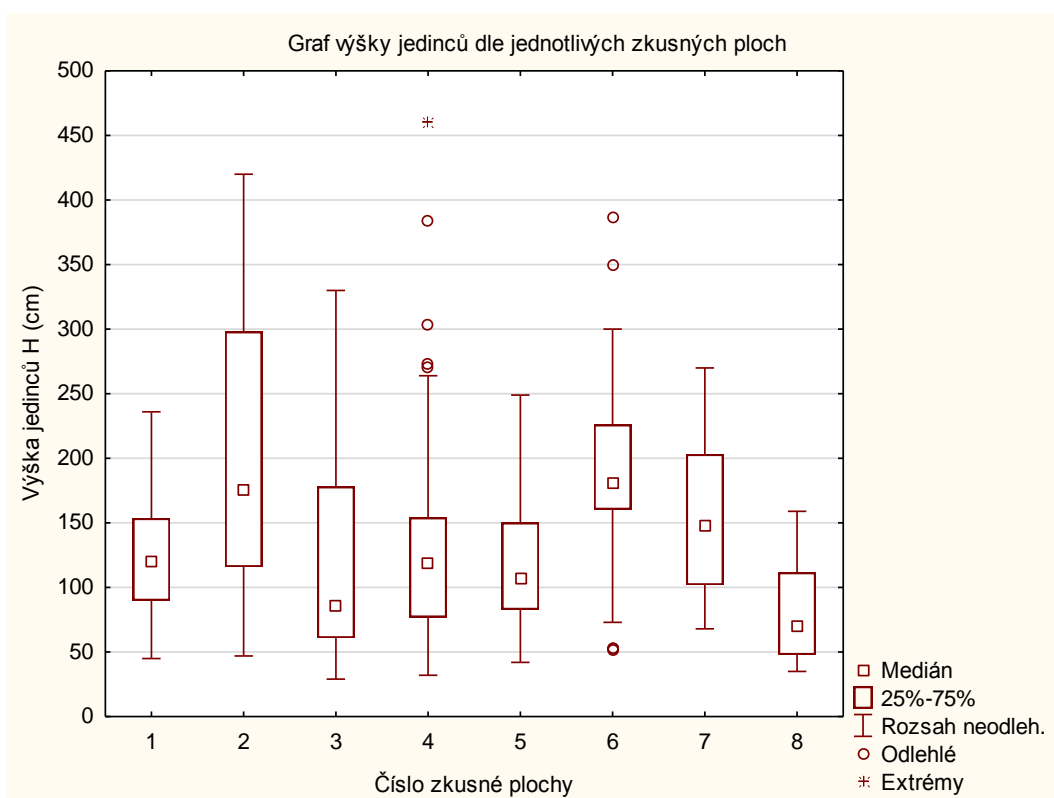


Graf č. 4: Tloušťky kořenového krčku dle jednotlivých zkusných ploch

Průměr kořenového krčku ( $D_k$ ) vykazuje velmi silnou závislost na výšce jedince (Tab. č. 6), kdy korelační koeficient činí  $|H| = 0,92$ . Tuto závislost lze

vysvětlit tak, že se vzrůstající výškou jedince roste i průměr kořenového krčku. Velmi silnou závislost lze sledovat i na parametru průměru koruny, kdy  $|Q\_cm| = 0,90$ , tzn. že čím je větší průměr koruny, zvětšuje se i průměr kořenového krčku. Stejnou závislost lze sledovat i na hodnotě průměrného přírůstu, kdy  $|P\_avg| = 0,90$ . Průměrnou závislost lze sledovat u parametrů vzdálenosti od nejbližšího dospělého jedince, kdy:  $|L\_mat| = 0,56$  a lze ji vysvětlit tak, že se vzrůstající vzdáleností jedince od dospělého stromu dochází k nárůstu průměru kořenového krčku. Negativně je průměr kořenového krčku nejvíce korelován hodnotou kruhové výčetní základny, kdy  $|BA\_mat| = -0,30$ , tzn. čím je vyšší kruhová výčetní základna (tzn. vyšší zakmenění porostu) je tloušťka kořenového krčku nižší.

#### 4.2.2. Výška jedinců

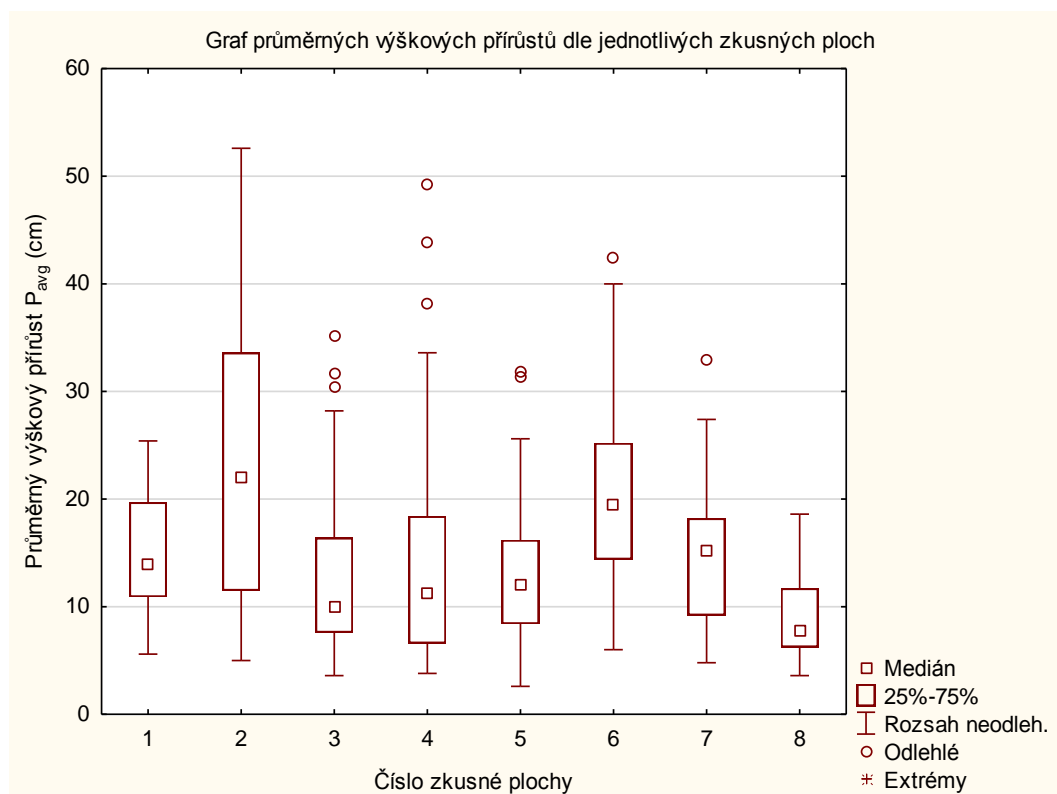


Graf č. 5: Výšky jedinců dle jednotlivých zkusných ploch

Dalším významným dendrometrickým parametrem je výška jedinců přirozené obnovy (Graf č. 5). Tento parametr velmi silně koreluje s hodnotou průměrného přírůstu, kdy  $|P\_avg| = 0,95$  a s hodnotou průměru kořenového krčku (viz. výše). Obě tyto závislosti je možné vysvětlit tak, že čím má stromek vyšší průměrné přírůsty, resp. silnější kořenový krček, tím je vyšší. Silnou korelaci vyjadřuje vztah výšky a průměru koruny, kdy  $|Q| = 0,90$ . Tuto závislost je možné vysvětlit tak, že čím je jedinec vyšší, tím má širší korunu.

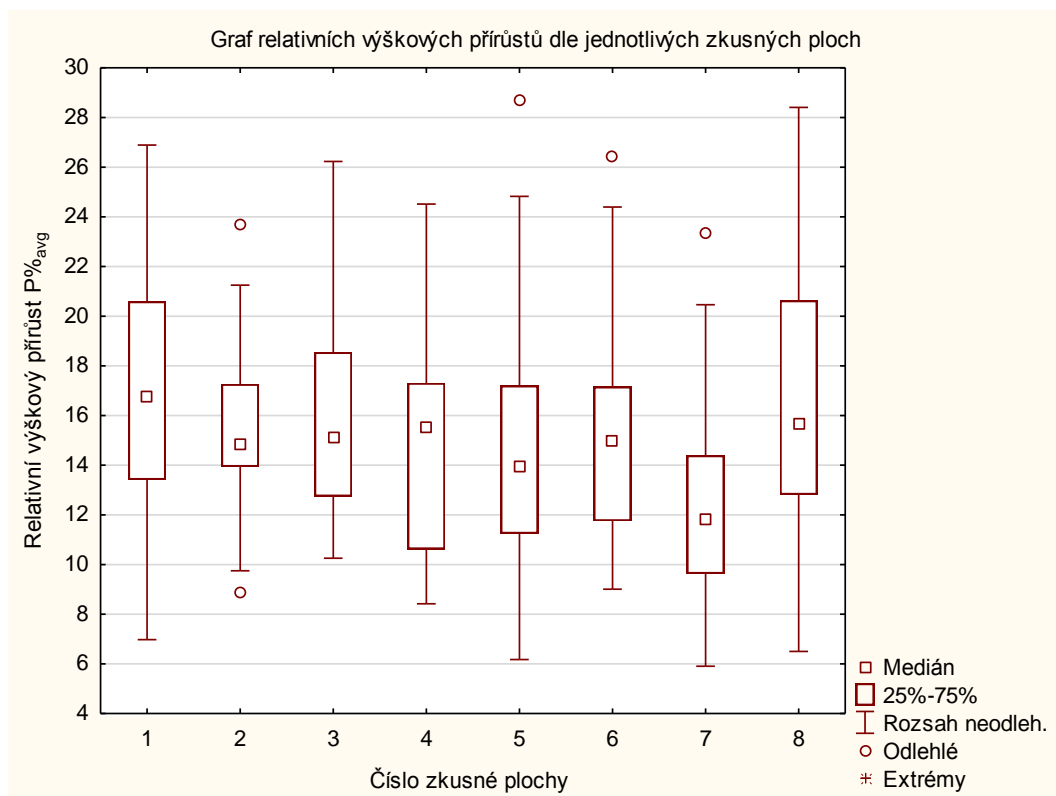
Průměrnou závislost lze sledovat na hodnotě vzdálenosti od nejbližšího dospělého stromu, kdy  $|L\_mat| = 0,61$  a lze ji vysvětlit tak, že se vzrůstající vzdáleností jedince od dospělého stromu vzrůstá také jeho výška. Výška jedince negativně koreluje s hodnotou kruhové výčetní základny, kdy  $|BA\_mat| = -0,27$ . Tuto závislost lze vysvětlit tak, že čím je hodnota kruhové výčetní základny vyšší (tzn. je i vyšší zakmenění porostu) je výška jedinců nižší. Zápornou korelaci také vyjadřuje vztah s parametrem kvality, kdy  $|Kvalita| = -0,21$ , tzn. čím je kvalita jedince nižší (vyšší numerická hodnota známky jedince) je nižší i jeho výška.

### 4.2.3. Výškové přírůsty



Graf č. 6: Průměrné výškové přírůsty dle jednotlivých zkusných ploch

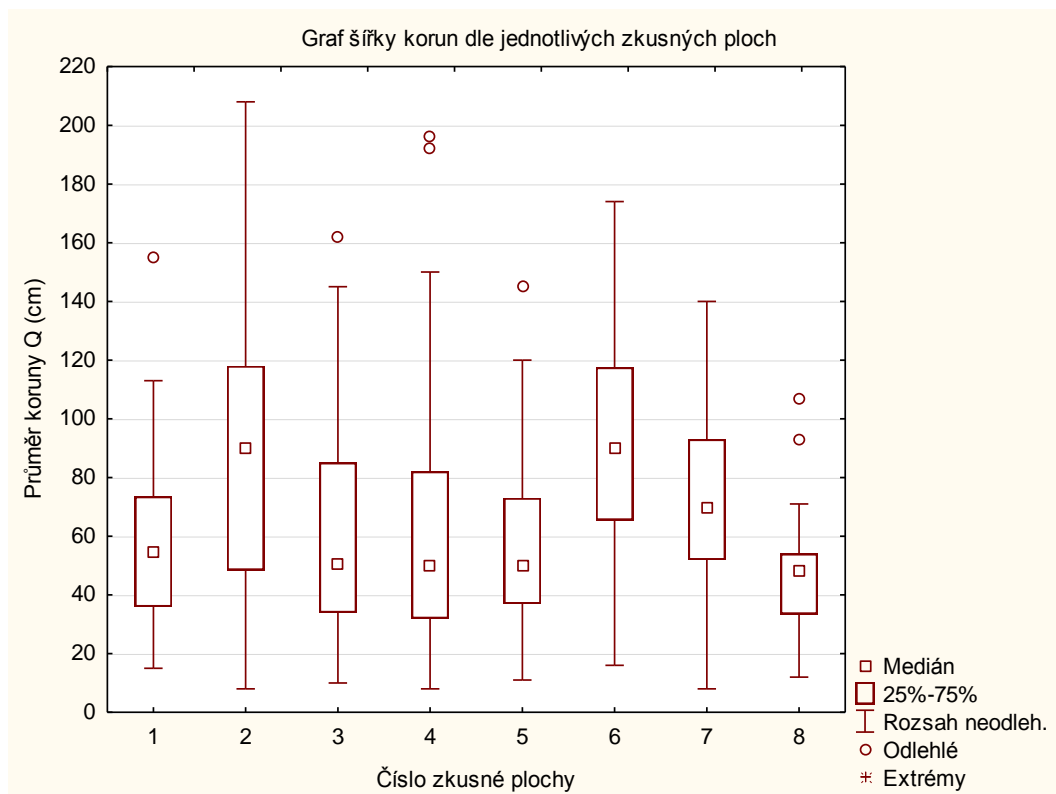
Průměrný výškový přírůst (tzn. aritmetický průměr za posledních pět let růstu jedinců) (Graf č. 6) nejsilněji koreluje s hodnotou výšky jedinců, kdy  $|H| = 0,95$ . Velmi silnou závislost vykazuje s parametry průměru kořenového krčku, kdy  $|D_k| = 0,90$  a s průměrem koruny, kdy  $|Q| = 0,87$ . Průměrnou závislost lze sledovat u parametru vzdálenosti nejbližšího dospělého stromu (Tab č. 6), kdy  $|L\_mat| = 0,61$ , tzn. se vzrůstající vzdáleností jedince od dospělého stromu, jsou výškové přírůsty vyšší. Negativně je výškový přírůst nejvíce korelován hodnotou kruhové výčetní základny, kdy  $|BA\_mat| = -0,35$ , tzn. čím je vyšší zakmenění, tím je výškový přírůst nižší.



**Graf č. 7: Relativní výškové přírůsty dle jednotlivých zkusných ploch**

Hodnocení závislosti relativního výškového přírůstu (poměru průměrného přírůstu a celkové výšky jedince) (Graf č. 7) však vykazuje odlišné závislosti než hodnocení průměrného výškového přírůstu. Nejsilněji koreluje závislost relativního výškového přírůstu s hodnotou procentuální otevřenosti zápoje (Tab. č. 6), kdy  $|OPENESS| = 0,23$ . Jedná se sice o statisticky průměrnou závislost, nicméně lze z výsledku vyvodit logickou závislost přírůstu na světelných podmínkách pod mateřským porostem. Tuto hypotézu potvrzuje i korelace s hodnotou difuzního FAR, kdy  $|PPDF\_diff| = 0,19$ . Nejsilnější negativní korelací závislosti relativního výškového přírůstu vykazuje parametr pokryvnosti plochy keřem *Vaccinium myrtillus*, kdy  $|Vaccin \%| = -0,21$ .

#### 4.2.4. Průměr koruny

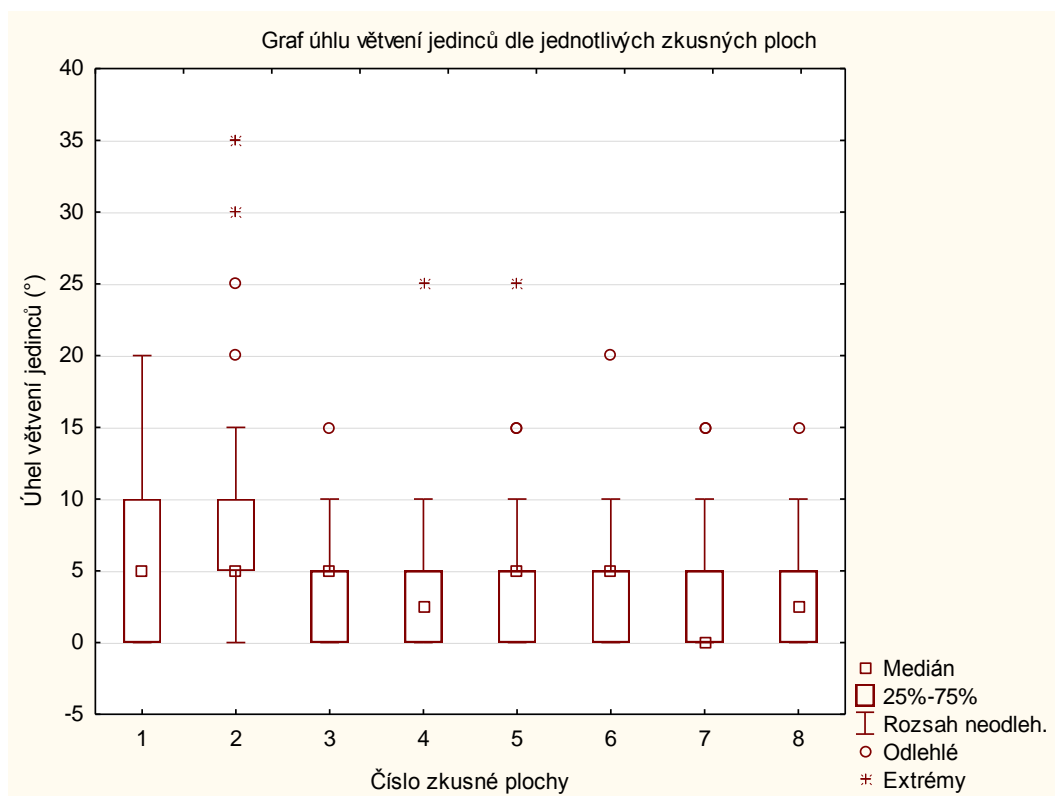


Graf č. 8: Šírky korun jedinců přirozené obnovy dle jednotlivých zkusných ploch

Z výsledků terénního šetření vyplývá, že nejvíce je hodnota průměru koruny (Graf č. 8) korelována s parametry výšky jedince (Tab. č. 6), kdy  $|H| = 0,90$ , resp. s průměrem kořenového krčku  $|D_k| = 0,90$ . Silnou závislost vykazuje průměr koruny také na hodnotě průměrného přírůstu, kdy  $|P_{avg}| = 0,87$ . Negativně je hodnota průměru koruny korelována s parametrem kruhové výčetní základny, kdy  $|BA_{mat}| = -0,20$ .

Závislost relativní šírky koruny na ostatních sledovaných parametrech vykazuje nejsilnější korelaci s hodnotou pokrývnosti povrchu hrabankou (Tab. č. 6), kdy  $|hrab_{\%}| = 0,24$ . Významnou závislost lze sledovat i s parametrem dvou nejbližších jedinců přirozené obnovy, kdy  $|L_1| = 0,22$ , resp.  $|L_2| = 0,21$ . Negativně je nejsilněji relativní šířka koruny korelována s hodnotou vzdálenosti od nejbližšího dospělého stromu, kdy  $|L_{mat}| = -0,22$ .

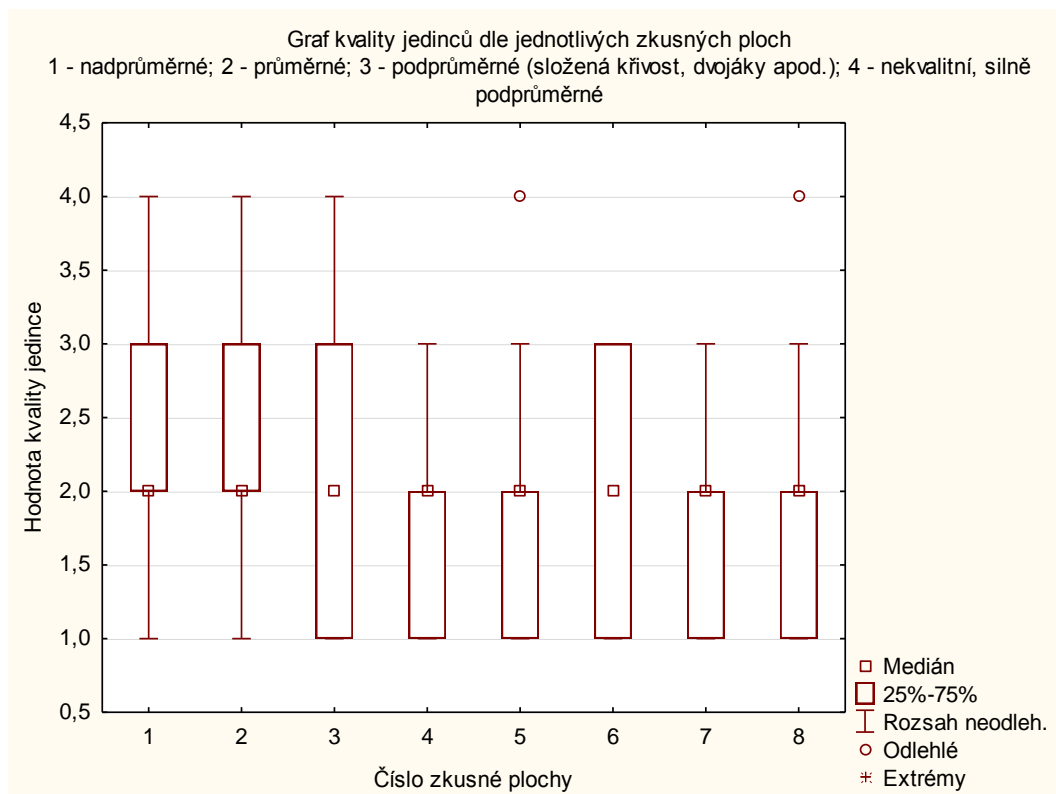
#### 4.2.5. Úhel větvení



Graf č. 9: Úhel větvení jedinců přirozené obnovy dle jednotlivých zkusných ploch

Parametr úhel větvení (Graf č. 9) byl zkoumán z důvodu sledování závislosti tvorby jemného ovětvení, které je žádoucí z hlediska budoucí kvality dřevní hmoty. Jako nejvýznamnější faktor kladně ovlivňující úhel větvení byl vyhodnocen parametr tloušťka kořenového krčku (Tab. č. 6), kdy  $|D_k| = 0,17$ . Nejvýznamnější negativní korelací je hodnota poškození jedince, kdy  $|poškoz\_%| = -0,15$ . Druhou nejvýznamnější negativní korelací je parametr kruhové výčetní základny, kdy  $|BA\_mat| = -0,14$ .

### 4.3. Kvalita jedinců



Graf č. 10: Kvalita jedinců přirozené obnovy na jednotlivých zkusných plochách

Kvalita jedinců (Graf č. 10) nejsilněji koreluje s hodnotou rozptýleného záření (Tab. č. 6), kdy  $|PPDF\_diff| = 0,16$ . Druhou nejvýznamnější kladnou korelací je hodnota otevřenosti korunového zápoje, kdy  $|OPENESS| = 0,15$ . Nejsilněji záporně koreluje kvalita jedinců s hodnotou průměrného výškového přírůstu, kdy  $|P\_avg| = -0,24$  a s hodnotou výšky jedinců, kdy  $|H| = -0,21$ . Výsledné korelace je nutné vysvětlit tak, že kladné korelace ale znamenají nižší kvalitu jedince (vyšší numerická hodnota známky) a záporné korelace znamenají vyšší kvalitu jedince (nižší numerická hodnota známky).



#### 4.4. Poškození jedinců

Tab. č. 7: Přehled typů poškození jedinců přirozené obnovy BO na zkusných plochách

Druh poškození	Hmyz (Klikoroh)	Zvěř okus	Zvěř vytloukání	Mechanické poškození kmínku	Mechanické poškození terminálu	Celkem
Četnost (ks)	1	5	7	51	33	97

Poškození jedinců (Tab. č. 7) bylo sledováno v celkem 97 případech, což je 24 % všech studovaných exemplářů. Z tabulky je patrné, že nejčetnějším typem poškození bylo mechanické poškození kmínku, nebo terminálního výhonu, které bylo zastoupeno celkem v 84 případech, což je téměř 87 % ze všech poškozených jedinců. Prokazatelné poškození zvěří lze sledovat u 12 % případů. Ostatní typy škod nejsou statisticky významné.

Co se týče hodnocení závislosti poškození jedinců na sledovaných parametrech, vykazuje nejvyšší závislost hodnota kruhové výčetní základny, kdy  $|BA\_mat| = 0,32$ . Tuto závislost je možné vysvětlit tak, že čím vyšší je hodnota kruhové výčetní základny (tzn. vyšší hodnota zakmenění), tím vyšší je procento poškozených jedinců. Tuto hypotézu potvrzuje i závislost na vzdálenosti od nejbližšího dospělého jedince, kdy  $|L\_mat| = -0,25$ , což lze vysvětlit tak, že se vzrůstající vzdáleností obnovy od dospělého stromu, klesá procento poškozených jedinců.

## 4.5. Faktory prostředí ovlivňující přirozenou obnovu BO

Tab. č. 6: Korelační matice závislosti jednotlivých parametrů

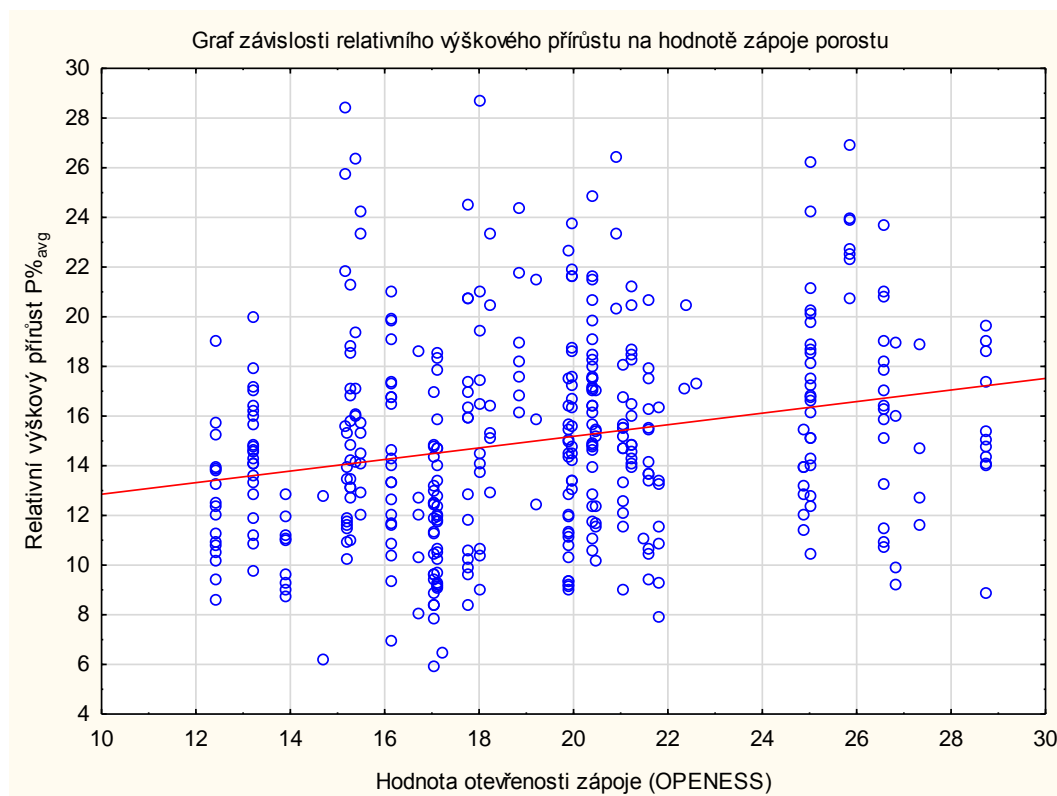
Parametry	Spearmanovy korelace. Označené korelace jsou statisticky významné na hladině významnosti $p < 0,05$																						
	D_m	H_cm	P_avg	P%_avg	Q_cm	Q_%	alĚ	Kvalita	Ěetnost/ha	poškození %	Poskoz	L_mat	L1	L2	Openess	PPDF_dir	PPDF_diff	PPDF_tot	FH/A	BA_mat	Vaccin %	hrab %	mech %
D_mm	1,00	0,92	0,90	0,00	0,90	0,02	0,17	-0,10	0,00	-0,13	0,01	0,56	0,09	0,13	0,16	0,14	0,24	0,15	-0,07	-0,30	-0,08	-0,08	-0,08
H_cm	0,92	1,00	0,95	-0,08	0,90	-0,14	0,07	-0,21	-0,03	-0,14	-0,01	0,61	0,00	0,04	0,06	0,04	0,16	0,05	-0,04	-0,27	-0,01	-0,16	-0,09
P_avg	0,90	0,95	1,00	0,20	0,87	-0,11	0,09	-0,24	-0,02	-0,18	-0,06	0,61	0,01	0,06	0,14	0,10	0,23	0,12	-0,07	-0,35	-0,07	-0,12	-0,10
P%_avg	0,00	-0,08	0,20	1,00	-0,04	0,11	0,08	-0,10	0,09	-0,13	-0,08	-0,01	0,00	0,04	0,23	0,18	0,19	0,19	-0,16	-0,15	-0,21	0,05	-0,08
Q_cm	0,90	0,90	0,87	-0,04	1,00	0,23	0,02	-0,16	-0,03	-0,06	0,07	0,48	0,08	0,13	0,10	0,09	0,18	0,11	-0,01	-0,20	-0,03	-0,07	-0,06
Q_%	0,02	-0,14	-0,11	0,11	0,23	1,00	-0,08	0,12	0,07	0,16	0,20	-0,22	0,22	0,21	0,10	0,12	0,03	0,11	-0,02	0,16	-0,15	0,24	0,11
alĚ	0,17	0,07	0,09	0,08	0,02	-0,08	1,00	0,05	-0,03	-0,15	-0,01	0,10	0,14	0,11	0,03	0,04	0,02	0,04	-0,09	-0,14	-0,03	0,11	0,00
Kvalita	-0,10	-0,21	-0,24	-0,10	-0,16	0,12	0,05	1,00	0,04	-0,02	0,04	0,02	0,05	-0,01	0,15	0,11	0,16	0,12	-0,13	-0,09	0,01	0,00	0,14
Ěetnost/ha	0,00	-0,03	-0,02	0,09	-0,03	0,07	-0,03	0,04	1,00	0,05	0,02	-0,11	0,00	-0,02	0,07	0,30	0,00	0,28	0,19	-0,09	-0,51	0,29	0,03
poškození %	-0,13	-0,14	-0,18	-0,13	-0,06	0,16	-0,15	-0,02	0,05	1,00	0,36	-0,25	0,19	0,18	-0,26	-0,03	-0,30	-0,05	0,15	0,32	0,20	0,08	0,03
Poskoz	0,01	-0,01	-0,06	-0,08	0,07	0,20	-0,01	0,04	0,02	0,36	1,00	-0,09	0,08	0,07	-0,20	-0,11	-0,21	-0,12	0,03	0,17	0,09	-0,03	0,08
L_mat	0,56	0,61	0,61	-0,01	0,48	-0,22	0,10	0,02	-0,11	-0,25	-0,09	1,00	-0,01	0,00	0,28	0,10	0,44	0,14	-0,20	-0,59	0,00	-0,20	-0,04
L1	0,09	0,00	0,01	0,00	0,08	0,22	0,14	0,05	0,00	0,19	0,08	-0,01	1,00	0,89	0,00	0,03	-0,03	0,02	-0,04	0,10	0,04	0,09	0,07
L2	0,13	0,04	0,06	0,04	0,13	0,21	0,11	-0,01	-0,02	0,18	0,07	0,00	0,89	1,00	0,01	0,05	-0,01	0,05	-0,06	0,07	0,06	0,10	0,05
Openess	0,16	0,06	0,14	0,23	0,10	0,10	0,03	0,15	0,07	-0,26	-0,20	0,28	0,00	0,01	1,00	0,68	0,95	0,73	0,05	-0,56	-0,42	0,14	-0,02
PPDF_dir	0,14	0,04	0,10	0,18	0,09	0,12	0,04	0,11	0,30	-0,03	-0,11	0,10	0,03	0,05	0,68	1,00	0,58	1,00	0,10	-0,35	-0,41	0,38	-0,07
PPDF_diff	0,24	0,16	0,23	0,19	0,18	0,03	0,02	0,16	0,00	-0,30	-0,21	0,44	-0,03	-0,01	0,95	0,58	1,00	0,64	0,02	-0,63	-0,30	-0,05	-0,02
PPDF_tot	0,15	0,05	0,12	0,19	0,11	0,11	0,04	0,12	0,28	-0,05	-0,12	0,14	0,02	0,05	0,73	1,00	0,64	1,00	0,09	-0,39	-0,42	0,35	-0,07
FH/A	-0,07	-0,04	-0,07	-0,16	-0,01	-0,02	-0,09	-0,13	0,19	0,15	0,03	-0,20	-0,04	-0,06	0,05	0,10	0,02	0,09	1,00	-0,14	-0,09	0,20	-0,01
BA_mat	-0,30	-0,27	-0,35	-0,15	-0,20	0,16	-0,14	-0,09	-0,09	0,32	0,17	-0,59	0,10	0,07	-0,56	-0,35	-0,63	-0,39	-0,14	1,00	0,16	-0,11	0,05
Vaccin %	-0,08	-0,01	-0,07	-0,21	-0,03	-0,15	-0,03	0,01	-0,51	0,20	0,09	0,00	0,04	0,06	-0,42	-0,41	-0,30	-0,42	-0,09	0,16	1,00	-0,49	-0,03
hrab %	-0,08	-0,16	-0,12	0,05	-0,07	0,24	0,11	0,00	0,29	0,08	-0,03	-0,20	0,09	0,10	0,14	0,38	-0,05	0,35	0,20	-0,11	-0,49	1,00	0,00
mech %	-0,08	-0,09	-0,10	-0,08	-0,06	0,11	0,00	0,14	0,03	0,03	0,08	-0,04	0,07	0,05	-0,02	-0,07	-0,02	-0,07	-0,01	0,05	-0,03	0,00	1,00

Veškeré zkratky z výše uvedené tabulky č. 6 jsou vysvětleny v kapitole 3.2.1. „Zjišťované parametry přirozené obnovy BO.“

### 4.5.1. Světelné podmínky

Parametr otevřenosti zápoje OPENESS (Tab. č. 6) velmi silně koreluje s parametrem rozptýleného záření, kdy  $|PPDF\_diff| = 0,95$ , což znamená, že se vzrůstající hodnotou otevřenosti zápoje vzrůstá i hodnota rozptýleného záření. Tuto hypotézu potvrzuje i závislost mezi otevřeností zápoje a celkovou FAR, kdy  $|PPDF\_tot| = 0,73$ , resp. hodnotou přímého záření, kdy  $|PPDF\_dir| = 0,68$ . Nejsilnější negativní korelací je hodnota kruhové výčetní základny, kdy  $|BA\_mat| = -0,56$ . Tato závislost potvrzuje výše uvedené, tzn. čím vyšší hodnota kruhové základny (vyšší zakmenění), tím nižší hodnota parametru otevřenosti zápoje OPENESS.

Hodnoty celkové FAR, resp. přímé sluneční radiace pak byly statisticky průměrnými faktory, kladně ovlivňujícími četnost přirozené obnovy BO ( $r=0,28$  až  $0,30$ ).



Graf č. 11: Závislost relativního výškového přírůstu ( $P\%_{avg}$ ) na hodnotě otevřenosti zápoje OPENESS

Hodnota otevřenosti zápoje (Graf č. 11) je nejzásadnějším kritériem z parametrů prostředí kladně ovlivňující relativní výškový přírůst jedince ( $r=0,23$ ).

Parametr otevřenosti zápoje (OPENESS), resp. celkové FAR měl také negativní vliv na úroveň pokrývnosti povrchu druhem *Vaccinium myrtillus* ( $r=-0,42$ ), tzn. že čím byla hodnota otevřenosti zápoje vyšší, resp. celková úroveň FAR, tím byla pokrývnost půdního povrchu brusnicí borůvkou nižší, což ale mělo příznivý vliv na četnost přirozené obnovy.

#### 4.5.2. Humusové horizonty

Z hodnocení mocnosti humusových horizontů vyplývá, že humusová forma ve zkoumaném porostu má charakter mor.

Hodnocení půdních podmínek pomocí minisond nevykazuje významné statistické závislosti, nicméně nejsilnější kladnou korelací je hodnota pokryvnosti povrchu hrabankou, kdy  $|hrab\_%| = 0,20$ . Z této závislosti lze vyvodit skutečnost, že čím je pokryvnost povrchu hrabankou vyšší, tím vyšší je poměr horizontů F a H k horizontu A. Statisticky slabou závislost vykazuje hodnota četnosti jedinců na poměru humusových horizontů, kdy  $|četnost/ha| = 0,19$  a lze ji vysvětlit tak, že se vzrůstajícím poměrem horizontů F a H k horizontu A zvyšuje se i četnost jedinců.

#### 4.5.3. Zhodnocení bylinného a mechového patra

Nejvýznamnějším druhem v rámci bylinného patra je *Vaccinium myrtillus*, jejíž hustota pokryvu plochy nejsilněji negativně ovlivňuje četnost jedinců obnovy ( $r=-0,51$ ). Ostatní druhy vyskytující se na zkusných plochách nejsou statisticky významné.

V rámci mechového patra žádný z druhů nevykazoval statisticky významné hodnoty mající vliv na četnost nebo kvalitu obnovy.

### 5. Diskuze

#### 5.1. Četnosti

Přepočtem průměrné četnosti jedinců BO zastoupených na 1 m<sup>2</sup>, dojdeme k výsledku 14 300 ks x ha<sup>-1</sup>, což je 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 x ha<sup>-1</sup>). Z hlediska zákonných požadavků lze předpokládat, že by i

při úplném smýcení mateřského porostu bylo možno pozemek považovat za zalesněný.

Mirschel eds. (2010) uvádí, že maximální počet jedinců přirozené obnovy vyšších než 50 cm na jejich zkusných plochách byl 17 000 ks x ha<sup>-1</sup>, což je sice vyšší počet než u námi sledovaného porostu, nicméně nejedná se o řádově vyšší počty.

Z hlediska četnosti jedinců byly vyhodnoceny jako zcela zásadní dva parametry, které mají přímý vliv na množství jedinců – přítomnost druhu *Vaccinium myrtillus*, která negativně korelovala s četností jedinců a hodnota přímého slunečního záření PPDF\_dir, která naopak měla pozitivní vliv na četnost jedinců. Co se týká negativního vlivu druhu *Vaccinium myrtillus* na četnost zmlazení borovice, ke stejnému názoru došel i (Mirschel eds., 2010). Tuto skutečnost lze potvrdit i pozorováním v sousedním porostu 520 A 07, který je téměř celý podrostlý druhem *Vaccinium myrtillus*, kde se i přes vhodné světelné podmínky (pomístně rozvolněný zápoj) přirozená obnova BO prakticky nevyskytuje. Pro iniciaci přirozeného zmlazení BO je v těchto podmínkách nutná mechanizovaná příprava půdy, která omezí konkurenci přízemní vegetace o světlo, živiny a vodu (Remeš, 2016). Kuuluvainen (1989) uvádí, že počty semenáčků BO byly vyšší v brázdách po pluhu, kterým byla prováděna mechanizovaná příprava půdy, než v bezprostřední blízkosti mateřských stromů.

Jak již bylo uvedeno v kapitole 3.1.1. porost byl silně poškozen abiotickými činiteli v letech 2006 – 2008, nicméně tyto disturbance, které významně snížily zakmenění porostu zajistily podmínky pro přirozenou obnovu BO i ostatních dřevin. Košulič (2010) uvádí, že pro bohaté přirozené zmlazení BO je nutné systematicky snižovat zakmenění v mateřských porostech. Ačkoliv nebyla v porostu po provedené nahodilé těžbě realizována mechanizovaná příprava půdy, došlo k narušení půdního pokryvu a tím i eliminaci druhu *Vaccinium myrtillus* těžebními technologiemi, což mělo příznivý vliv na četnost přirozené obnovy, která se v následujících letech dostavila.

Mimo přirozené obnovy BO se ve studovaném porostu nachází i spektrum druhů dalších dřevin, z nichž nejvýznamnější je smrk ztepilý (*Picea abies*) a bříza bělokorá (*Betula pendula*), v menší míře je zastoupen modřín opadavý (*Larix decidua*), douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*), krušina olšová (*Frangula alnus*) a ojediněle i borovice vejmutovka (*Pinus strobus*).

## 5.2. Dendrometrické parametry

### 5.2.1. Tloušťka kořenového krčku

Průměr kořenového krčku je jedním z důležitých dendrometrických ukazatelů jedinců jak umělé, tak i přirozené obnovy. Průměrná hodnota tloušťky kořenového krčku u sledované obnovy činila 1,72 cm. Vzájemným poměrem výšky jedince a tloušťky kořenového krčku lze odvodit štíhlostní koeficient, který není ale ve stádiu nárostu až tak významným ukazatelem, nicméně pro orientační posouzení možného přeštíhlení přirozené obnovy BO jej lze použít. Střední výška borových nárostů činila 146,1 cm. V rámci zkoumané přirozené obnovy měl pak štíhlostní koeficient hodnotu 85, což znamená, že jedinci obnovy nejsou i přes poměrně vysokou četnost přeštíhlení.

Slodičák, eds. (2013) uvádí, že pozitivně lze vývoj borových porostů ovlivnit pouze silnějšími zásahy v mladém věku, tj. ve fázi zapojujících se mlazín, kdy má uvolnění zápoje stimulační vliv na tloušťkový přírůst a statickou stabilitu porostů (příznivější štíhlostní kvocient). Z pohledu zjištěné hodnoty štíhlostního koeficientu není v současnosti nutné realizovat výchovný zásah (prostřihávku) ve sledovaném porostu, protože stávající mateřský porost má pozitivní vliv na výškovou, tloušťkovou i kvalitativní strukturu nárostů (Košulič, 2010).

### 5.2.2. Výška a výškové přírůsty

Výškové přírůsty (viz. kapitola 4.2.2.) byly nejsilněji kladně korelovány hodnotami výšky jedinců a tloušťkou kořenového krčku, což lze považovat za předpokládaný výsledek, nicméně nejsilnější negativní korelací byla hodnota kruhové výčetní základny, kdy s její zvyšující se hodnotou klesala hodnota průměrných ročních přírůstů. 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 16,01 cm, což lze vzhledem k výše uvedenému považovat za podprůměrnou hodnotu, nicméně je nutné brát v potaz to, že nárosty jsou pod clonou mateřského porostu a nelze očekávat (a ani to není žádoucí) přírůsty, jako u porostů, které byly založeny na holině. Nejvyšší naměřený přírůst 72 cm byl zjištěn na zkusné ploše č. 2, kde byla současně naměřena i nejvyšší hodnota otevřenosti zápoje 28,75, což potvrzuje i výše uvedenou negativní korelaci.

Při hodnocení relativního výškového přírůstu byla nejsilnější kladnou korelací hodnota otevřenosti zápoje OPENESS a druhou nejvýznamnější korelací hodnota rozptýleného záření PPDF\_diff. Pukkala eds. (1993) konstatoval, že relativní výškový přírůst koreloval nejvíce s hodnotou difuzního záření, což de facto potvrzuje výše uvedené. Nejsilnější negativní korelací byla hodnota pokryvnosti povrchu druhem *Vaccinium myrtillus*. Tento výsledek lze považovat za potvrzení negativního vlivu bylinného patra na přirozenou obnovu v iniciálním stádiu růstu zejména z hlediska ochuzení náletů o světlo, živiny a vodu (Remeš, 2016).

### 5.2.3. Průměr koruny

Průměr koruny je významným ukazatelem z hlediska stability jedince vůči abiotickým činitelům (bořivý vítr, těžký sníh, ledovka). Výsledky statistické analýzy bylo prokázáno, že nejsilnější kladnou korelací, která ovlivňuje průměr koruny jedinců přirozené obnovy byla výška jedince a tloušťka

kořenového krčku. Ke stejnému závěru došel i Chroust (1997), který uvádí, že tvar a velikost korun borovice je závislá na cenotickém postavení stromu, resp. na jeho výšce a tloušťce. Nejsilnější negativní korelací byla hodnota kruhové výčetní základny, tzn. čím byla kruhová základna vyšší, tím užší byly koruny jedinců obnovy. De Chantal (2003) uvádí, že při jejich experimentálním studiu byla korunová projekce jedinců přirozené obnovy BO vyšší v porostních mezerách než pod porostem, což potvrzuje výše uvedenou negativní korelaci.

Relativní šířka koruny byla nejsilněji kladně korelována hodnotou pokryvnosti povrchu plochy hrabankou, což lze vysvětlit tak, že čím byl povrch méně porostlý bylinnou vegetací a mechy, tím byla hodnota relativní šířky koruny jedince vyšší. Tento výsledek opět může být zapříčiněn ochuzením jedinců obnovy o živiny, světlo a vodu ve stádiu náletů (Remeš, 2016). Relativní šířku koruny kladně ovlivňovala i závislost na vzdálenosti dvou nejbližších jedinců obnovy, což znamená, že čím byla vzdálenost mezi stromky vyšší, tím byla relativní šířka koruny větší. Tento výsledek lze považovat za předpokládaný.

Nejsilnější negativní korelací byla hodnota vzdálenosti od nejbližšího dospělého stromu, což znamená, že se vzrůstající vzdálenosti jedince přirozené obnovy od dospělého stromu vzrůstala i šířka koruny, což lze považovat za předpokládaný výsledek.

#### 5.2.4. Úhel větvení

Zjištěné výsledky úhlu větvení jedinců přirozené obnovy neprokazovaly statisticky významné závislosti na ostatních faktorech. Lze ale předpokládat, že díky růstu stromů v polostínu bude docházet k tvorbě jemného větvení (Košulič, 2010), které je z hlediska budoucí kvality dříví žádoucí.



### 5.2.5. Kvalita jedince

Kvalita jedince nejsilněji kladně korelována hodnotou otevřenosti zápoje, tzn. že čím byla hodnota vyšší, tím byla kvalita jedince nižší (vyšší numerická hodnota známky). Tuto skutečnost uvádí i Košulič (2010), kdy uvádí že kvalitativní znaky jedinců obnovy déle cloněných mateřským porostem jsou celkově podstatně příznivější než na rychle odcloněné ploše nebo holé seči. Nejsilnější zápornou korelací byla hodnota průměrného výškového přírůstu, což lze vysvětlit tak, že čím byl stromek vyšší, tím byla jeho kvalita vyšší (nižší numerická hodnota známky). Tyto výsledky ale mohou být do jisté míry ovlivněny individuálním posouzením jedinců během terénního měření.

### 5.3. Poškození jedinců přirozené obnovy

Z výsledků statistické analýzy vyplynulo, že nejsilněji bylo poškození jedinců korelováno hodnotou kruhové výčetní základny, tzn. že čím byla hodnota kruhové základny vyšší, tím bylo poškození jedinců častěji sledováno. Tuto skutečnost potvrdila i závislost poškození jedince na vzdálenosti od nejbližšího stromu, kdy se vzrůstající vzdáleností klesalo poškození jedinců. Jelikož 87 % všech sledovaných poškození bylo způsobeno mechanicky, lze usuzovat, že tato poškození byla způsobena pádem částí stromů, větví, sněhu nebo ledu z mateřských stromů, což potvrzují i výše uvedené korelace.

Prokazatelné poškození zvěří bylo sledováno u 12 jedinců, což jsou 3 % z celého statistického vzorku, nicméně pochůzkou porostem bylo zjištěno, že zvěř se více při okusu soustřeďovala na jiné dřeviny, zejména SM. Celkové poškození přirozené obnovy zvěří by bylo tedy vyšší. Navíc lze v porostu sledovat i jiné škody, zejména vyrývání náletů a nárostů černou zvěří, která má zde svá stávaníště. Z ostatních druhů zvěře se zde ještě vyskytuje daněk skvrnitý (*Dama dama*) a zajíc polní (*Lepus europaeus*).

## 5.4. Světelné záření

Z hlediska světelného záření byla zjištěna velmi silná závislost difuzního záření (PPDF) na hodnotě otevřenosti zápoje (OPENESS), tzn. že čím nižší byl zápoj porostu, tím byla hodnota difuzního záření, které se dostalo k půdnímu povrchu vyšší.

## 6. Závěr

Cílem této práce bylo zjistit statisticky nejvýznamnější faktory, které ovlivňují přirozenou obnovu borovice.

Průměrná četnost jedinců přirozené obnovy pod porostem se pohybovala kolem hodnoty 14 tisíc jedinců /ha (pro jedince s výškou nad 25 cm).

Jako nejvýznamnější faktor negativně ovlivňující četnost přirozené obnovy byla vyhodnocena přítomnost druhu *Vaccinium myrtillus* v bylinném patře. Nejsilnější kladnou korelací byla závislost četnosti obnovy na hodnotě přímého slunečního záření (PPDF\_dir).

Z hlediska kvality jedinců byl nejvýznamnějším negativním faktorem vyhodnocen zápoj porostu – čím nižší zápoj byl, tím byla kvalita jedinců horší.

Co se týče dendrometrických parametrů, byl jako nejzásadnější faktor kladně ovlivňující tloušťku kořenového krčku, výšku a průměrné výškové přírůsty jedinců vyhodnocena vzdálenost jedinců přirozené obnovy od nejbližšího dospělého stromu. Hodnoty tloušťky kořenového krčku, výšky a průměrných výškových přírůstů jedinců byly nejvýznamněji negativně ovlivněny hodnotou kruhové výčetní základny.

Pro inicializaci přirozené obnovy v obdobných porostech lze za vhodné pěstební opatření pokládat pomístné vytvoření porostních mezer, ve kterých by byla provedena mechanizovaná příprava půdy a v porostních meziprostorech provedení pozitivního úrovňového zásahu s cílem podpory

fruktifikace a jakosti kmene kvalitních jedinců. Jelikož se jedná o stanoviště poměrně chudé na živiny (SLT 4Q), je nutné ponechat klest na místě, buď naházený na hromadách nebo spálený.

Nedílnou součástí řádného lesnického hospodaření v porostu je i výkon práva myslivosti, kdy je nutné stavy spárkaté zvěře udržovat v takovém množství, aby nepůsobily významné škody. Z tohoto pohledu je vhodným řešením podporovat přimíšení ostatních necílových dřevin (např. *Betula pendula*, *Frangula alnus*, *Populus tremula* atd.), které jsou atraktivní pro zvěř a je možné takovýmto opatřením snížit množství škod na hlavních dřevinách.

Z pěstebního hlediska se jako vhodné doplnění druhové skladby na sledovaném stanovišti jeví doplnění dřevinné skladby podsadbou JD sazenic, resp. poloodrostků v individuálních ochranách (drátěný oplůtek) do porostních mezer v počtu cca. 100 ks x ha<sup>-1</sup>.

## 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

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/vydavatelaska\\_cinnost/lesnicky\\_pruvodce/L\\_P\\_9\\_2017\\_na\\_web.pdf](http://www.vulhm.cz/sites/File/vydavatelaska_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](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

- 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
- 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/>>
- 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](http://www.vulhm.cz/sites/File/vydavatelska_cinnost/lesnicky_pruvodce/L_P_6_2012.pdf)>

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/Methodiky/LP\\_17\\_2016.pdf](http://www.vulhm.cz/sites/files/Informatika/Methodiky/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/downloadables/VLS\\_Brevir\\_Stromy.pdf](https://www.vls.cz/media/downloadables/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

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](http://www.vulhm.cz/sites/files/Informatika/Metodiky/LP_5_2013_na_web.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

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

Wikipedia.org. Borovice lesní. Wikipedia.org [online]. Datum citace 15.3.2018. Dostupné z WWW: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Borovice\\_lesn%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Borovice_lesn%C3%AD)



## 8. Přílohy

### Fotografie sledovaného porostu



*Fotografie č. 1: Přirozená obnova v porostních mezerách*



*Fotografie č. 2: Pod porostem se zmlazují i jiné dřeviny mimo BO*



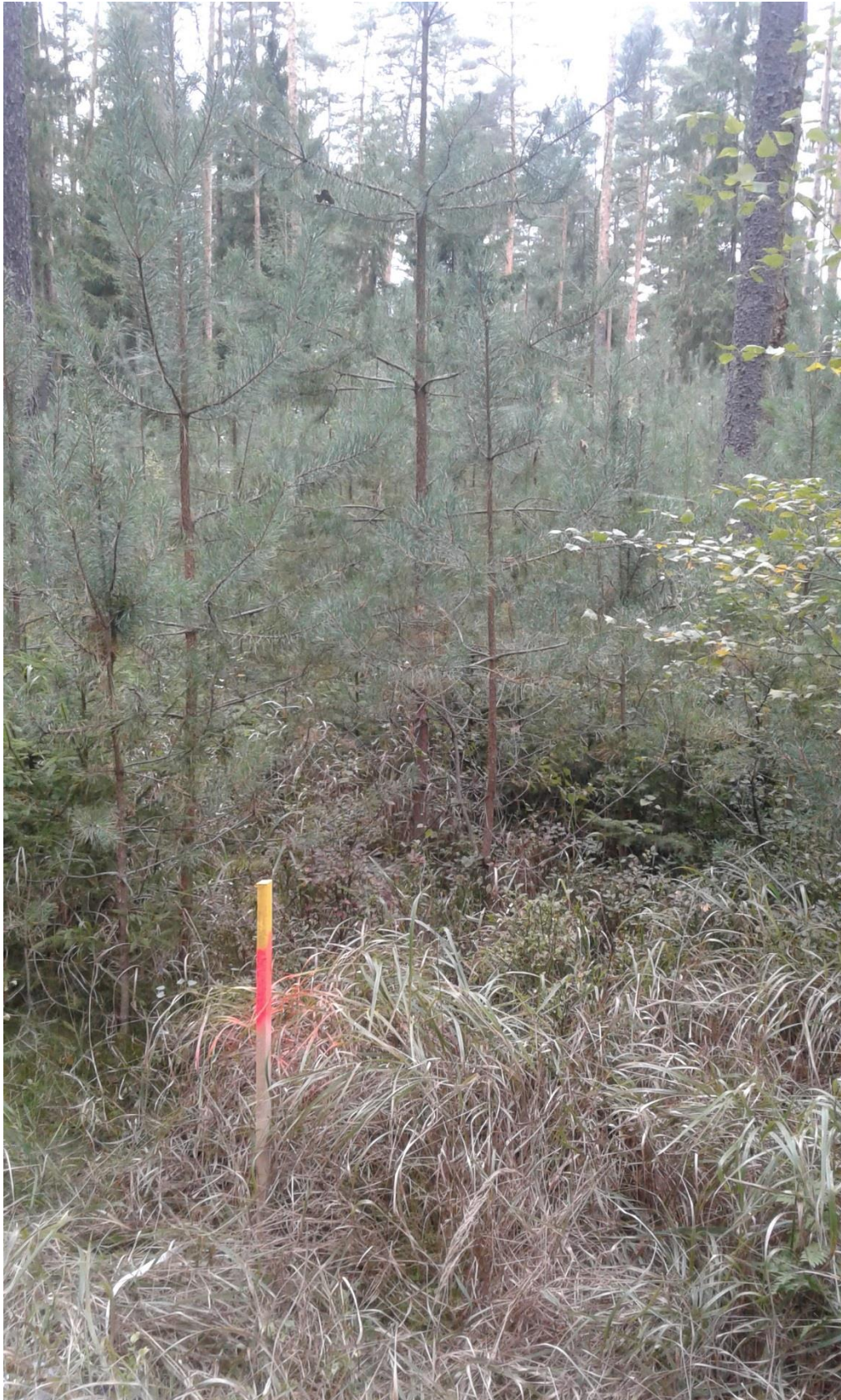


*Fotografie č. 3: Přirozená obnova pod mateřským porostem*



*Fotografie č. 4: V porostu jsou prázdná místa, která lze využít pro podsadbu jiných dřevin, např. JD*





*Fotografie č. 5: Stabilizace zkušných ploch pomocí dřevěných kůlů*





*Fotografie č.6: Přirozená obnova v různých fázích vývoje*