

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



Česká zemědělská  
univerzita v Praze

**Pěstební analýza přirozené obnovy borových  
porostů v podmínkách přírodní lesní oblasti  
Polabí**

Bakalářská práce

Autor: Alena Pospíšilová

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

2021

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Alena Pospíšilová

Lesnictví

Lesnictví

Název práce

**Pěstební analýza přirozené obnovy borových porostů v podmínkách přírodní lesní oblasti Polabí**

Název anglicky

**Silvicultural Analysis of Natural Regeneration of Scots Pine Stands in Polabí Region**

---

### Cíle práce

Cílem práce je posoudit vliv mateřského porostu a charakteristik povrchu půdy na přirozenou obnovu borovice lesní a dalších přimíšených dřevin za kalamitního rozpadu hospodářských porostů a v mimořádně nepříznivých klimatických podmínkách.

### Metodika

Metodika:

- Získání detailního přehledu publikovaných informací k danému tématu (termín září 2020)
- Výběr a založení reprezentativních zkusných ploch v různých variantách stanovištních a porostních podmínek (termín září 2020)
- Inventarizace přirozené obnovy na zkusných plochách (termín listopad 2020)
- Analýza stanovištních a porostních faktorů a jejich vlivu na přirozenou obnovu (termín leden 2021)
- Formulování pěstebních doporučení pro obnovu lesních porostů na daných stanovištích v kontextu jejich kalamitního rozpadu a nepříznivých klimatických podmínek (termín březen 2021)

## Doporučený rozsah práce

minimálně 40 normovaných stran textu bez příloh

## Klíčová slova

Klimatická změna, obnova lesních porostů, příprava půdy, přimíšené dřeviny, konkurence

---

## Doporučené zdroje informací

- Aleksandrowicz-Trzcinska M., Drozdowski S., Brzeziecki B., Rutkowska P., Jablonska B. (2014): Effects of different methods of site preparation on natural regeneration of *Pinus sylvestris* in Eastern Poland. *Dendrobiology*, 71: 73-81.
- Bílek L., Vacek Z., Vacek S., Bulušek D., Linda R., Král J. (2018): Clearcut borders as an effective tool for Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) natural regeneration? *Forest Systems* e010. <https://doi.org/10.5424/fs/2018272-12408>.
- 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.
- 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.
- 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.
- Mikeska M., Vacek S., Prausová R., Simon J., Minx T., Podrázský V. et al. (2008): Typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce. 447 s. ISBN 978-80-87154-20-5.
- Poleno Z., Vacek, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. – Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 1012 s.
- Ulbrichová, I., Janeček, V., Vítámvás, J., Černý, T., Bílek, L. (2018): Clonná obnova borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) ve vztahu ke stanovištním a porostním podmínkám. *Zprávy lesnického výzkumu* 63(3):153-164.
- 

## Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

## Vedoucí práce

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 7. 7. 2020

**doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 8. 2020

**prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.**

Děkan

V Praze dne 08. 04. 2021

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Pěstební analýza přirozené obnovy borových porostů v podmínkách přírodní lesní oblasti Polabí vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Lukáše Bílka, Ph.D. a použila jsem jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, 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 .....

.....

Alena Pospíšilová

## **Poděkování**

Velmi děkuji doc. Ing. Lukáši Bílkovi, Ph.D. za jeho vstřícný přístup, rady při zhotovení této práce a za konzultaci při zpracování statistických dat. Dále děkuji za podporu své rodině, nejbližším přátelům, kolegyním a kolegům z práce, kteří mě podporovali a byli mi oporou během celého studia, a i během zpracování bakalářské práce. Také děkuji svému nadřízenému, Ing. Radku Smutnému, za vstřícný přístup a podporu po celou dobu mého studia. Děkuji také všem, kteří mou práci četli nebo jinak pomohli k jejímu napsání.

## Abstrakt

Cílem této práce bylo vyhodnotit, zda lze přirozenou obnovou dosáhnout obnovení borového porostu při jeho kalamitním rozpadu na chudých borových stanovištích v podmínkách přírodní lesní oblasti 17 - Polabí.

Na jaře roku 2020 bylo v revíru Býchory (LS Brandýs nad Labem, LČR, s. p.) založeno 6 trvalých zkusných ploch ve dvou porostních skupinách. Do každé porostní skupiny byly umístěny tři zkusné plochy. Každá zkusná plocha byla zřízena v rozměrech 12x12 metrů. V obou porostních skupinách byly zkusné plochy umístěny tak, že jedna zkusná plocha se nacházela na holině s naoráním, druhá zkusná plocha s naoráním pod ponechaným mateřským porostem a poslední třetí kontrolní zkusná plocha byla umístěna pod ponechaným mateřským porostem, bez přípravy půdy. V prvních dvou případech byla na zkusných plochách provedena příprava půdy pluhem.

Sběr dat byl prováděn v jednotlivých kruhových zkusných ploškách. Jednalo se o 832 zkusných kruhových plošek na naoraných plochách a 338 pod mateřským porostem bez naorání. Na zkusné ploše byla během vegetačního období roku 2020 (od měsíce června do listopadu) prováděna opakovaná inventarizace počtu jedinců obnovy pro jednotlivé dřeviny. Na konci vegetačního období byla u všech semenáčků navíc změřena výška (s přesností na 1 cm). Na zkusných plochách byl rovněž hodnocen pokryv v procentech s přesností na 1 % v kategoriích: jednoděložné rostliny, dvouděložné rostliny, mechy, půda. Suma kategorií na plochu činila 100 %.

Bylo prokázáno, že příprava půdy měla příznivý vliv na celkové počty semenáčků. Na ploše 1a bez naorání a s částečnou clonou mateřského porostu se na konci vegetačního období nacházelo celkem 12 350 ks ha<sup>-1</sup>, na ploše 1b (taktéž bez naorání a se clonou mateřského porostu) bylo 39 558 ks ha<sup>-1</sup>. Na plochách s naoráním, kde na ploše 2a (holá seč) bylo 57 697 ks ha<sup>-1</sup>, na ploše 2b (holá seč) 70 240 ks ha<sup>-1</sup>, na ploše 3a (clona mateřského porostu) 56 756 ks ha<sup>-1</sup> a na ploše 3b (clona mateřského porostu) 41 078 ks ha<sup>-1</sup>. Z šetření rovněž vyplývají mikrostanovištně příznivější podmínky na dně brázd, kde se nacházelo na plochách vždy více než 30 000 ks ha<sup>-1</sup>, maximální hodnota na dně brázdy činila 44 841 ks ha<sup>-1</sup> oproti vrchu brázd, kdy na vrchu brázdy pak maximální počet jedinců dosahoval 27 281 ks ha<sup>-1</sup>.

**Klíčová slova:** Klimatická změna, kalamitní těžba, obnova lesních porostů, příprava půdy, přimíšené dřeviny, konkurence, mateřský porost

## Abstract

Objective of this thesis was to evaluate whether the natural regeneration can achieve the restoration of the pine forest during its calamitous decay in poor pine habitats in the conditions of Polabí Region.

In the spring of 2020, six permanent test plots in two vegetation groups were established in the Býchory district (LS Brandýs nad Labem, LČR, sp). Three plots were placed in each stand group. Each test area was 12x12 meters. In both groups, plots were placed so that one plot was found in clear-cut with soil preparation, second plot with soil preparation under parent stand, and the last third control plot was placed under parent stand without soil preparation. In the first two plots soil preparation was carried out with a plow.

Data collection was carried out in each circular plot. There were 832 experimental circular areas on plowed areas and 338 under parent stand without plowing. During the vegetation period of 2020 (from June to November) was carried out a repeated inventory of the number of seedlings for each tree species. In addition, at the end of the growing season, the height of all seedlings was measured (to the nearest 1 cm). On plots were also evaluated cover in percentage with an accuracy of 1 % in the following categories: monocotyledonous plants, dicotyledonous plants, mosses, soil. The sum categories area was 100 %.

It was demonstrated that soil preparation had a positive effect on the total number of seedlings. At the end of the growing season, there were a total of 12 350 individuals  $\text{ha}^{-1}$  in area 1a without plowing and with a partial cover of the parent stand, and there were 39 558 individuals  $\text{ha}^{-1}$  in area 1b (also without plowing and with a cover of the parent stand).

In plowed areas , with 57 697 individuals  $\text{ha}^{-1}$  in area 2a (clear-cut), 70 240 individuals  $\text{ha}^{-1}$  in area 2b (clear-cut), 56 756 individuals  $\text{ha}^{-1}$  in area 3a (under parent stand) and area 3b (under parent stand) 41 078 individuals  $\text{ha}^{-1}$ . The survey also shows more favorable microstation conditions at the bottom of the furrows, where there were always more than 30,000 individuals  $\text{ha}^{-1}$  in the areas, the maximum value at the bottom of the furrow was 44 841 individuals  $\text{ha}^{-1}$  compared to the top of the furrows , when the top number was 27 281 individuals  $\text{ha}^{-1}$ .



**Key words:** Climate change, salvage logging, regeneration of forest stands, soil preparation, admixed tree species, competition, parent stand

## Seznam obrázků:

OBR. 1: AREÁL ROZŠÍŘENÍ BOROVICE LESNÍ (MUSIL, HAMERNÍK 2007) .....	17
OBR. 2: VÝCHOVNÉ PROGRAMY PRO KVALITNÍ A NEKVALITNÍ BOROVÉ POROSTY S ÚDAJI O POČTU STROMŮ (N) A VÝČETNÍ ZÁKLADNĚ (G) Z RŮSTOVÝCH TABULEK PRO +1 (32) A 5 (22) BONITU (ČERNÝ ET AL. 1996) ...	24
OBR. 3: VYMEZENÍ PŘÍRODNÍ LESNÍ OBLASTI POLABÍ – 17 V RÁMCI ČR (ZDROJ: ÚHUL, 2019). .....	30
OBR. 4: LOKALIZACE ZKUSNÝCH PLOCH. ZDROJ: WWW. MAPY.CZ.....	34
OBR. 5: POROSTNÍ MAPA S VYZNAČENÝMI ZKUSNÝMI PLOCHAMI, OZNAČENÝMI 1A, 2A, 3A .....	36
OBR. 6: POROSTNÍ MAPA S VYZNAČENÝMI ZKUSNÝMI PLOCHAMI, OZNAČENÝMI 1B, 2B, 3B.....	37
OBR. 7: SCHÉMA UMÍSTĚNÍ ZKUSNÝCH PLOCH V POROSNÍCH SKUPINÁCH .....	38
OBR. 8: PLOCHA 2B - KRHOVÁ ZKUSNÁ PLOŠKA UMÍSTĚNÁ NA DNĚ BRÁZDY (AUTORSKÉ FOTO) .....	39
OBR. 9: PLOCHA 3B SE S NAORÁNÍM POD PONECHANÝM MATEŘSKÝM POROSTEM (AUTORSKÉ FOTO).....	40

## Seznam tabulek:

TAB. 1: POPIS JEDNOTLIVÝCH ZKUSNÝCH PLOCH. ....	35
TAB. 2: TABULKA DENDROMETRICKÝCH VELIČIN MATEŘSKÉHO POROSTU .....	42
TAB. 3: ZASTOUPENÍ POKRYVU V PROCENTECH V ČERVNU NA PLOCHÁCH NAORANÝCH NA DNĚ A VRCHU BRÁZD A NA PLOŠE BEZ NAORÁNÍ .....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
TAB. 4: ZASTOUPENÍ POKRYVU V PROCENTECH V SRPNU NA PLOCHÁCH NAORANÝCH NA DNĚ A VRCHU BRÁZD A NA PLOŠE BEZ NAORÁNÍ .....	43
TAB. 5: ZASTOUPENÍ POKRYVU V PROCENTECH V LISTOPADU NA PLOCHÁCH NAORANÝCH NA DNĚ A VRCHU BRÁZD A NA PLOŠE BEZ NAORÁNÍ .....	44
TAB. 6: ZASTOUPENÍ POKRYVU V PROCENTECH V LISTOPADU NA PLOCHÁCH NAORANÝCH NA DNĚ A VRCHU BRÁZD A NA PLOŠE BEZ NAORÁNÍ .....	45
TAB. 7: ZASTOUPENÍ DŘEVIN NA PLOCHÁCH 1A A 1B .....	48
TAB. 8: ZASTOUPENÍ DŘEVIN NA DNĚ A NA VRCHU BRÁZDY NA PLOCHÁCH 2A, 2B, 3A A 3B .....	49
TAB. 9: PRŮMĚRNÉ VÝŠKY (ZAOKROUHLENO NA CELÉ CM) NA NENAORANÝCH PLOCHÁCH .....	49
TAB. 10: PRŮMĚRNÉ VÝŠKY (ZAOKROUHLENO NA CELÉ CM) NA NAORANÝCH PLOCHÁCH .....	50
TAB. 11: PRŮMĚRNÉ VÝŠKY ZE VŠECH PLOCH (ZAOKROUHLENO NA CM).....	50

## Seznam grafů:

GRAF 1: ZASTOUPENÍ JEDNOTLIVÝCH DŘEVIN NA VRCHU NEBO NA DNĚ BRÁZDY NA NAORANÝCH PLOCHÁCH .....	46
GRAF 2: POČTY JEDNOLETÝCH SEMENÁČKŮ NA JEDNOTLIVÝCH PLOCHÁCH .....	47
GRAF 3: POČTY JEDINCŮ NA NENAORANÝCH PLOCHÁCH.....	48
GRAF 4: ČASOVÁ OSA VRCH BRÁZD - BOROVICE LESNÍ .....	51
GRAF 5: ČASOVÁ OSA DNO BRÁZD - BOROVICE LESNÍ.....	52
GRAF 6: ČASOVÁ OSA V POROSTU - BOROVICE LESNÍ .....	53
GRAF 7: ČASOVÁ OSA VRCH BRÁZD - BŘÍZA BĚLOKORÁ .....	54
GRAF 8: ČASOVÁ OSA DNO BRÁZD - BŘÍZA BĚLOKORÁ .....	55
GRAF 9: ČASOVÁ OSA V POROSTU - BŘÍZA BĚLOKORÁ.....	56
GRAF 10: VÝVOJ JEDNOLETÝCH SEMENÁČKŮ NA VŠECH PLOCHÁCH .....	57

## Seznam zkratk a symbolů

CHS	Cílový hospodářský soubor
ČR	Česká republika
k. ú.	katastrální území
LČR, s. p.	Lesy České republiky, státní podnik
LHC	Lesní hospodářský celek
LHP	Lesní hospodářský plán
MZe	Ministerstvo zemědělství
OPRL	Oblastní plány rozvoje lesů
PUPFL	Pozemek určený k plnění funkcí lesa
ÚHUL	Ústav pro hospodářskou úpravu lesů

## Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>CÍL PRÁCE</b> .....	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....	<b>14</b>
3.1	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA BOROVICE LESNÍ .....	14
3.1.1	<i>Systematické zařazení borovice lesní (Pinus sylvestris L.)</i> .....	14
3.1.2	<i>Morfologie borovice lesní</i> .....	15
3.1.3	<i>Přirozený areál borovice lesní</i> .....	16
3.1.4	<i>Ekologické nároky</i> .....	17
3.2	HOSPODÁŘSKÝ VÝZNAM A PĚSTEBNÍ CHARAKTERISTIKA BOROVICE LESNÍ .....	19
3.2.1	<i>Hospodářský význam a současné rozšíření</i> .....	19
3.2.2	<i>Obnova borových porostů</i> .....	20
3.2.3	<i>Umělá obnova</i> .....	21
3.2.4	<i>Přirozená obnova</i> .....	22
3.2.5	<i>Výchova borových porostů</i> .....	23
3.3	POŠKOZENÍ BOROVICE LESNÍ BIOTICKÝMI A ABIOTICKÝMI ČINITELI .....	26
3.3.1	<i>Biotičtí činitelé</i> .....	26
3.3.2	<i>Abiotičtí činitelé</i> .....	28
3.4	PŘÍRODNÍ CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ .....	29
3.4.1	<i>Přírodní lesní oblast 17 – Polabí</i> .....	29
3.5	PŘÍRODNÍ CHARAKTERISTIKA LESNÍ SPRÁVY BRANDÝS NAD LABEM, LHC NYMBURK, REVÍR BÝCHORY .....	30
3.5.1	<i>Charakteristika území LS Brandýs nad Labem</i> .....	30
3.5.2	<i>Všeobecná charakteristika</i> .....	31
3.5.3	<i>Orografické poměry na LHC Nymburk</i> .....	31
3.5.4	<i>Geologické poměry na LHC Nymburk</i> .....	32
3.5.5	<i>Pedologické poměry na LHC Nymburk</i> .....	32
3.5.6	<i>Fauna a flora</i> .....	32
3.5.7	<i>Klimatické poměry na LHC Nymburk</i> .....	33
3.5.8	<i>Hospodářské cíle vlastníka na LHC Nymburk</i> .....	33
<b>4</b>	<b>METODIKA</b> .....	<b>34</b>
4.1	VÝBĚR A ZALOŽENÍ ZKUSNÝCH PLOCH .....	34
4.2	SBĚR DAT .....	38
4.2.1	<i>Inventarizace přirozené obnovy</i> .....	38
4.2.2	<i>Charakteristika mateřského prostu</i> .....	40
4.3	ZPRACOVÁNÍ DAT .....	41
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY</b> .....	<b>42</b>
5.1	CHARAKTERISTIKA MATEŘSKÉHO POROSTU .....	42
5.2	CHARAKTERISTIKA POKRYVU POROSTU .....	42
5.3	CHARAKTERISTIKA PŘIROZENÉ OBNOVY .....	44
5.4	DYNAMIKA PŘIROZENÉ OBNOVY .....	51
5.5	VLIV PŘÍPRAVY PŮDY A CLONY MATEŘSKÉHO POROSTU NA CELKOVÉ POČTY JEDNOLETÝCH SEMENÁČKŮ HLAVNÍCH DRUHŮ DŘEVIN NA KONCI VEGETAČNÍHO OBDOBÍ .....	59
<b>6</b>	<b>DISKUZE</b> .....	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>63</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ</b> .....	<b>64</b>

# 1 Úvod

V posledních letech s postupující klimatickou změnou dochází k oteplování, změně srážkového režimu, vyššímu výskytu extrémních klimatických jevů a poklesu hladiny podzemních vody v krajině (EEA 2018). Právě mění se klimatické podmínky velmi negativně působí na zdravotní stav lesních porostů, především se pak jedná o smrky (Hlásný 2012), v oblasti Polabí však zejména o borovice (LESY ČR 2019). Oslabené borovice jsou následně napadány hmyzími škůdci, houbovými chorobami a parazitickým jmelím. Borovice tak ztrácí schopnost přirozené obrany proti těmto činitelům, díky čemuž může docházet až k její mortalitě.

Následky klimatických změn jsou v Polabí patrné v podobě velkoplošného rozpadu borových porostů (Knížek, et al. 2020). Vlastníci těchto porostů za současné hospodářské situace (omezené pracovní kapacity, nedostatek zpracovatelských firem, velmi malá poptávka po dřevní hmotě a v neposlední řadě nízká cena dřeva na trhu) nejsou téměř schopni odtěžit odumřelé borovice a provést následnou obnovu porostů. S ohledem na zvyšování požadavků společnosti směrem k polyfunkčnosti lesního hospodářství (Mikeska, Vacek 2010), ale také k zájmu samotných lesníků o prosté zachování lesů, se však společným zájmem stalo právě obnovení těchto porostů v co možná nejkratší době. Polabské lesy jsou hojně navštěvovány turisty, tudíž je zde mimo hlavní produkční funkce lesa kladen velký důraz i na funkce mimoprodukční, zejména pak na funkci vodoochrannou, klimatickou, půdoochrannou, zdravotní, hygienická či rekreační (Knížek, et al. 2020).

Tato bakalářská práce vznikla za účelem posouzení podmínek hospodaření s přirozenou obnovou právě v borových lesích Polabí, neboť vhodně využitý proces přirozené obnovy může zajistit nejen existenci lesního porostu, ale také výraznou úsporu finančních vkladů. Závěry této práce pak mohou sloužit jako informace pro provozní lesníky ze zdejší oblasti, ale také z dalších oblastí s výrazným zastoupením borových porostů.

## 2 Cíl práce

Bakalářská práce měla několik dílčích cílů. Hlavním cílem studie bylo posoudit vliv mateřského porostu a charakteristik povrchu půdy na přirozenou obnovu borovice lesní a dalších přimíšených dřevin, a to na kalamitních plochách revíru Býchory (LS Brandýs nad Labem, LČR, s. p.) za mimořádně nepříznivých klimatických podmínek. Na základě výsledků výzkumu se dalším úkolem stalo právě stručné doporučení optimálního postupu iniciace přirozené obnovy borovice na těchto plochách.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Základní charakteristika borovice lesní

#### 3.1.1 Systematické zařazení borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.)

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheophyta*)

Oddělení: jehličnany (*Pinophyta*)

Třída: jehličnany (*Pinopsida*)

Řád: borovicotvaré (*Pinales*)

Čeleď: borovicovité (*Pinaceae*)

Rod: borovice (*Pinus*)

Druh: borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.)

(Novák, 2017)

Rod *Pinus* je dále dělen na podrod *Pinus* a *Strobus*, je dělen podle Businského (1999) na nižší jednotky přímo s ohledem na jednotlivé charakteristické druhy.

Podrod *Pinus* zahrnuje „tvrdé borovice“ s jehlicemi po 2-3 na brachyblastu. Každá jehlice má dva cévní svazky. Má náhlý přechod mezi jarním a letním dřevem. Podrod *Pinus* se

dvěmi jehlicemi - *Pinus sylvestris*, *P. nigra*, *P. heldreichii*, *P. banksiana*, *P. contorta* a *P. mugo* agg. (*P. mugo sensu stricta*, *P. rotundata*, *P. × pseudopumilio* a *P. uncinata*) aj. Podrod *Pinus*, kde jsou jehlice obvykle po (2–3) na brachyblastu zahrnují skupiny *Pinus ponderosa*, *P. rigida*, *P. jeffreyi* a *P. radiata* aj.

Podrod *Strobus* zahrnuje „měkké borovice“ s jehlicemi převážně po 5 na brachyblastu. Každá jehlice má jeden cévní svazek. Přejít mezi jarním a lením dřevem je pozvolný. Podrod *Strobus* s pěti jehlicemi – *Pinus strobus*, (také *P. monticola*), *P. peuce*, *P. wallichiana* a skupina limb: *P. cembra*, *P. sibirica* (také *P. pumila*, *P. parviflora*, *P. aristata* aj.) (Musil, Hamerník 2003).

### 3.1.2 Morfologie borovice lesní

Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) je strom zpravidla středních rozměrů, dorůstající výšky až 45 m s tloušťkou kmene do 100 cm. Dosahuje věku 300 (500) let (Úradníček 2001). Borka borovice je rezavě červená, rozpukaná, na mladých stromech jasně rezavá, v koruně se borka odlupuje v tenkých papírovitých šupinách. Mladé větvičky jsou lysé a nazelenalé, pupeny jsou podlouhle vejčité, červenohnědé, špičaté, nepryskyřičnaté (Krüssmann 1978).

Jehlice pravidelně ve svazečku po 2 jsou tuhé, špičaté a pichlavé. Délka jehlic je proměnlivá, ale zpravidla 35–50 mm dlouhá a 1,3 až 1,5 mm široká. Jsou jemně pilovité a často mírně zkroucené v podélné ose. Na průřezu zploštělé, šedozelené, s modravě ožiněnými pruhy průduchů. Po 3 letech zpravidla opadávají a dochází k obměně. Kmen je většinou přímý (zejména v s. a sv. části areálu), v porostu je koruna nasazena převážně v horní čtvrtině. Křivolaký kmen mívá obvykle na stanovištích extrémních. Kořenový systém je poměrně mohutný, tvořený většinou výrazným křovím kořenem a bočními kořeny. V půdě je celý strom ukotven křovím kořenem, díky kterému borovice lesní velmi zřídka trpí vývraty (Musil, Hamerník 2007).

Stejně jako většina jehličnanů, je borovice větrosnubná (anemogamní). K odkvětu dochází v květnu až začátkem června. Semena jsou světle hnědá až černá, osazena „kleštičkovitým“ křídlem. K šíření semen dochází do vzdálenosti 50-100 m od mateřského stromu. Klíčivost semen je ve srovnání s ostatními druhy stromů poměrně vysoká, pohybuje se mezi 70

a 80 % (Bäßler 2003). Klíčivost okolo 80 %, která trvá zhruba 3 roky a následně slábne, udává i Svoboda (1953).

Nezakořeňuje ani z řízků, ani netvoří výmladky, jako některé jiné druhy dřevin. Nemá žádné rezervní spící pupeny, a proto vylámané nebo poškozené pupeny už nenahradí (Chmelař 1981).

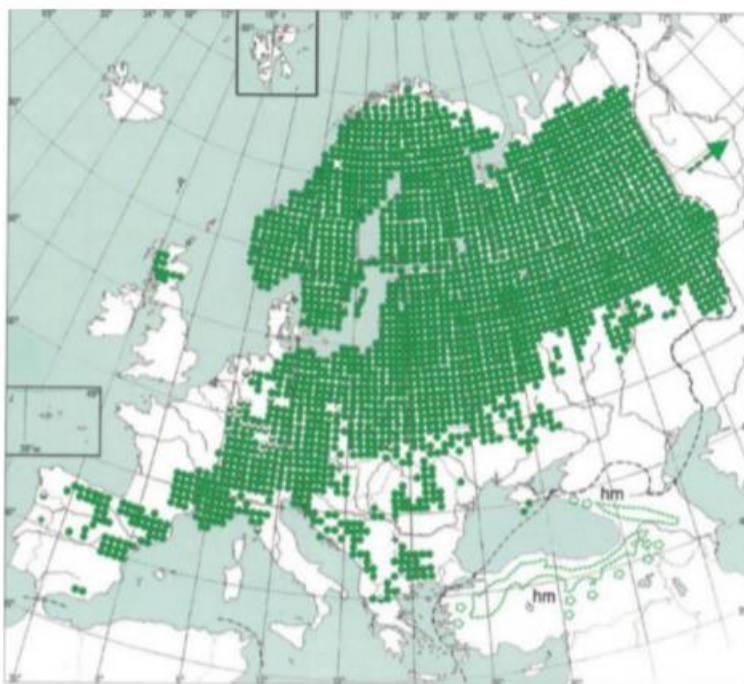
Semenáček borovice lesní je po vyklíčení v nejmladší fázi velmi podobný semenáčku smrku ztepilého. Semenáčky mají zpravidla 6 děložních lístků, které jsou většinou vzpřímené. Na měkkém stonku začínou vyrůstat měkké kratší jehlice tmavozelené až modrozelené barvy. Stonek začíná dřevnatět až na konci první vegetační sezóny a dochází k vývoji tvrdých normálních jehlic. Boční přesleny se za dobrých podmínek začínou vytvářet již v prvním roce (Ešnerová et al. 2014).

Nejlepší produkce borovice lesní dosahuje na lehkých, hlinitopísčitých a čerstvě vlhkých půdách. Na písčích obohacených jílnatými částicemi s dostupnou hladinou podzemní vody vytváří nejlepší sortimenty (Bezečný et al. 1981).

### **3.1.3 Přirozený areál borovice lesní**

Z hlediska rozlohy areálu a vnitrodruhové proměnlivosti nemá borovice lesní mezi jehličnatými dřevinami konkurenci Obr. 1. Roste transkontinentálně od Skotska až po povodí Amuru a k pobřeží Ochotského moře, na severu v Norsku překračuje asi o 300 km polární kruh, její jižní hranice zasahuje na Pyrenejský, Apeninský a Balkánský poloostrov až do Malé Asie, a podél Černého moře pokračuje přes Kavkaz Střední Asii k Čeljabinsku, do severního Altaje, do Severního Mongolska a k dolnímu toku Bureje. Stejně pestré má borovice lesní zastoupení v různých výškových stupních včetně vysokých hor, v Alpách vystupuje místy až do 2100 m n. m. (Větvíčka 2017).





Obr. 1: Areál rozšíření borovice lesní (Musil, Hamerník 2007)

V horských polohách v České republice se vyskytuje borovice lesní jen roztroušeně, svého výškového maxima dosahuje na Šumavě u Plesného jezera v 1070 m n. m. (Musil, Hamerník 2007). Borovice lesní se dokonale adaptovala a vytvořila řady ekologických a geografických ras, lišících se jak vzrůstem, charakterem a barvou jehlic, tak velikostí a tvarem šišek. Jedná se o hospodářsky význačnou a důležitou lesní dřevinu, jednu z nejvýznamnějších v Evropě. Dřevina se vyskytuje buď v čistých, nebo smíšených lesích. Má výborné pryskyřičnaté dřevo s výraznou kresbou letokruhů a s rozlišným jádrem a bělí (Větvička 2017).

### 3.1.4 Ekologické nároky

Původní rozšíření borovice je na území České republiky v mezofytiku, ojediněle pak v termofytiku. Autochtonní porosty borovice lesní se u nás dnes vyskytují ostrůvkovitě na extrémních reliktních stanovištích, které lze nalézt na sutích, na balvanitých svazích, na štěrcích, na skalnatých ostrožinách, na písčích a na některých částečně zpevněných písčinných přesypech, dále na lokalitách často suchých a mělkých, ale i vlhkých lemech rašelinišť. Nejnížší polohy výskytu borovice lesní se nachází oblasti doubrav v Polabí, na

nízkých terasách tvořených chudými vátými písčými. Dále se borovice přirozeně vyskytuje na balvanitých svazích a sutích Šumavy, na hadcích Slavkovského lesa a Českomoravské vrchoviny, na písčích a zrašeliněných půdách Třeboňska, na pískovcových skalách a ve skalních městech severních a severovýchodních Čech. Na skalnatých výspátech, v příkrých stráních zaříznutých v údolích řek Dyje, Jihlavy, Oslavy a Rokytne, na sutích Hrubého Jeseníku, na výspátech Dražanské vrchoviny, na vápencových skalách v jižní části Moravy se taktéž vyskytují přirozené porosty borovice (Musil, Hamerník 2007).

V době vzházení semenáčků je borovice lesní schopna akceptovat široký rozsah světelných podmínek. S přibývajícím věkem se nároky na světlo znatelně zvyšují, a to zejména s ohledem na úživnost stanoviště a vláhové poměry (Bílek et al. 2017). Borovice lesní je v dospělosti výrazně světlomilná dřevina. Nejvyšší hodnoty běžného ročního výškového přírůstu dosahuje při dobrých růstových podmínkách mezi 10 a 15 rokem. Prosvětlováním porostů dochází ke zvyšování průměrného přírůstu, nicméně přírůstová reakce je slabší než u smrku či buku. Při přílišném rozvolnění navíc borovice lesní vytváří rozložitější koruny a silnější větve (Poleno et al. 2009).

Klimaxovými dřevinami s vyšší tolerancí k zástínu je borovice lesní většinou vytlačována z příznivějších stanovišť. S rostoucí extremitou stanoviště se zvyšuje poměr zastoupení borovice lesní v dřevinné skladbě. Převážná většina hospodářských borů a borových doubrav přirozených stanovišť se nachází na stanovištích souborů lesních typů (dále jen SLT): 0K, 1M, 0M, 0Q, 0P a 0O (CHS 13), či na 0T a 0G (CHS 39) (Bílek et al. 2017).

V nižších polohách, na chudých půdách bývá borovice lesní doprovázena dřevinami jako je bříza, osika případně dub zimní, v horských polohách pak jeřáb, modřín, smrk (Čabart 1959). S ohledem na délku vegetační doby 90–200 dnů a ročními srážkami 200–1780 mm, lze konstatovat velmi široký klimatický rozsah, ve kterém je borovice schopna odrůstat, ale také vytvářet ucelené lesní porosty. Dominujícím ekotypem borovice je u nás její hercynský ekotyp (Úradníček et al. 2009). Borovice lesní může růst i na stanovištích, která jsou na povrchu extrémně suchá. Dokáže využít vodu i z větších hloubek než jiné dřeviny (Musil, Hamerník 2007).

Navzdory takřka dogmatickým popisům borovice, jakožto dřeviny rezistentní vůči klimatickým extrémům, v podmínkách ČR v posledním deceniu dochází k jejímu rozsáhlému chřadnutí a odumírání. Tento jev je pak způsoben právě, poklesem hladiny

spodní vody a měnící se klimatickou situací. Nedostatek srážek v průběhu celého roku s extrémně vysokými teplotami způsobuje, že borovice lesní na tyto výkyvy není schopna reagovat a dochází k jejímu odumírání na rozsáhlých plochách v celé České republice (Knížek, et al. 2020).

## **3.2 Hospodářský význam a pěstební charakteristika borovice lesní**

### **3.2.1 Hospodářský význam a současné rozšíření**

Současné zastoupení borovice lesní v České republice je 16,1 %, přirozeně by mělo být 3,4 % a doporučené je 16,8 % dle Zprávy o stavu lesa 2019. Nejvíce je pak borovice lesní zastoupena v cílovém hospodářském souboru (dále jen CHS) 23, celkem se jedná o 44 %, dále je borovice lesní zastoupena v (CHS) 21, 13, 27 a 39 (Mikeska et al. 2008).

Nejlepší produkce borovice lesní dosahuje na lehkých, hlinitopísčítých a čerstvě vlhkých půdách. Na písčích obohacených jílnatými částicemi s dostupnou hladinou podzemní vody vytváří nejkvalitnější sortimenty (Bezecný et al. 1981).

Borové dřevo je rozděleno na jádrovou a bělovou část, má proto také jistou estetickou hodnotu, využívá se nicméně zejména ve stavebnictví a truhlářství, zpracovává se na pražce a telegrafní tyče. Má také široké chemické využití, kdy je rozhodující obsah pryskyřice, silic a balsámů, jedná se především o výrobu terpentýnu, kalafuny, resp. laků, barev, leštidel a balzámu. Oblíbená je borovice lesní jako vánoční stromek. V zahradnictví se nejčastěji uplatňují zakrslé kultivary borovice, jiné zahradnické použití je značně omezené. Své uplatnění má borovice lesní i v lidovém léčitelství, kdy se využívá zejména nálev z pupenů, který působí při bronchiálních katarrech (podporuje odhlehování), působí též močopudně a koupele zlepšují prokrvení. Fytoncidní látky, které borovice uvolňuje, mají pozitivní vliv na zdraví člověka (Úradníček 2009). Historické prameny pak hovoří také o těžbě borové pryskyřice a jejímu využití již od starého Egypta (Vicena 2000)

### 3.2.2 Obnova borových porostů

Obnova lesních porostů zahrnuje veškeré činnosti vedoucí ke vzniku nových lesních porostů na lesní půdě. Může probíhat generativně náletem semen, výsevem semen nebo výsadbou sazenic. Obnova lesních porostů je pak obecně členěna na přirozenou, umělou nebo kombinovanou obnovu (Korf 1955).

Plocha obnovených lesních porostů za rok 2019 činila 33 894 ha, a vykazuje tak ve srovnání s předchozími roky výrazný nárůst. Oproti předchozímu roku došlo k navýšení celkové obnovené plochy o 8 574 ha. Jedná se o očekávaný následek zalesňování holin po rozsáhlých nahodilých těžbách (MZe, 2019).

K obnově porostů v lesním hospodářství dochází přesně stanovenými postupy. Dle vyhlášky MZe ČR č. 83/1996 Sb., rozdělujeme hospodářské způsoby na:

- 1. podrovní**, při němž obnova lesních porostů probíhá pod ochranou těženého porostu,
- 2. násečný**, při němž obnova lesních porostů probíhá na souvislé vytěžené ploše, jejíž šíře nepřekročí průměrnou výšku těženého porostu, popř. i pod ochranou přilehlého porostu,
- 3. holosečný**, při němž obnova lesních porostů probíhá na souvislé vytěžené ploše, širší než průměrná výška těženého porostu,
- 4. výběrný**, při němž těžba za účelem obnovy a výchovy lesních porostů není časově a prostorově rozlišena a uskutečňuje se výběrem jednotlivých stromů nebo skupin stromů na ploše porostu.

Tyto základní obnovní způsoby jsou v lesnické praxi dle potřeby různě kombinovány. Nejběžněji využívanou obnovou borových porostů je holosečný způsob. Důležitým faktorem při obnově borovice je fenotypová vhodnost mateřského porostu a úprava půdního prostředí. Dalším důležitým aspektem při obnově porostu je pozdější začátek obnovy, rychlejší postup na větších plochách tak, aby došlo k vytvoření porostů s minimální věkovou rozrůzněností (Poleno, Vacek et al. 2009).

Při obnově pod porostem je též zapotřebí brát v potaz, že obnova může být v celku nerovnoměrně rozdělena díky konkurenci mateřských stromů o vláhu, živiny a světlo (Nilsson et al. 2002).

Mechanická příprava půdy je považována za pozitivní opatření, které je dlouhodobě využíváno pro zvýšení úspěšnosti přirozené obnovy borovice lesní (Erefur et al. 2008). Důležitost přípravy půdy uvádí i Aleksandrowicz-Trzcińska et al. (2013).

### 3.2.3 Umělá obnova

Z historického hlediska se započala umělá obnova uplatňovat již ve středověku. Činností člověka a jeho stálou a narůstající potřebou dřeva dlouhodobě docházelo ke zmenšování rozsáhlých lesních ploch. Stále se navyšující poptávku po dřevě již les nebyl schopen bez zásahů člověka naplňovat. Vznikla tudíž potřeba nového zakládání porostů, a to zejména vhodných a upotřebitelných dřevin. Od 16. století dochází na našem území k využívání umělé obnovy a zakládání nových porostů (Poleno; Vacek et al. 2009).

Borovice je naše původní dřevina tolerantní ke 100 % ozáření volné plochy, a proto uměle vysazované borovice velmi dobře odrůstají na přirozeně či uměle vzniklých holých sečích. Před samotnou výsadbou je vhodné provést odklizení potěžebních zbytků z plochy a následně je většinou využita mechanická příprava půdy, kdy jsou převážně využity speciální lesnické pluhy (Eman, Kromberger, Waldmeister), půdní frézy, diskové brány, finské brány TTS. Při umělé obnově se nejčastěji využívá sadební materiál prostokořenný (kořenový systém rostliny není nijak chráněn). Samotná výsadba je pak převážně realizována na jaře, jakmile půda rozmrzne. Nejvhodnějším způsobem sadby pro borovici lesní je sadba sazečem (šterbinová sadba). Výhodou umělé obnovy je použitý sadební materiál, který je v lesních školkách vypěstován z reprodukčního materiálu vysoké genetické kvality (Kovář, et al. 2013). Minimální počty sazenic na hektar stanovuje vyhláška MZe ČR č. 139/2004 Sb. Umělou obnovou pak vzniká kultura, což je mladý porost o stejných výškových parametrech, cca do věku 10 let. Dále pak rozlišujeme kultury nezajištěné a kultury zajištěné dle vyhlášky MZe ČR č. 139/2004 Sb.

Mezi hlavní výhody umělé obnovy patří nezávislost na stavu obnovovaného porostu, nezávislost na semenném roce, možnost zvýšení genetické kvality a rychlejší překonání všech nebezpečí v juvenilním stádiu růstu. Celkově tak umělá obnova představuje menší

riziko neúspěchu obnovy. Naopak nevýhody jsou vysoké finanční náklady a nebezpečí šoku rostlin po výsadbě (Poleno, Vacek et al. 2009).

V neposlední řadě nelze opomenout následnou ochranu porostu, a to zejména před biotickými činiteli, a to klikorohu a zvěři a na vlhčích a středně bohatých stanovištích SLT 2S, 3S také proti buření (Slodičák et al. 2013).

### **3.2.4 Přirozená obnova**

Přirozená obnova začíná nalétnutím nebo opadem semen na obnovovanou holou plochu nebo přímo pod mateřský porost. Semeno musí spadnout do příznivých podmínek, aby bylo docíleno požadovaného vývinu. Dalším důležitým faktorem je příznivá fruktifikace, úroda semen a v neposlední řadě vyklíčení (Bäßler 2003).

Při vhodných podmínkách je porost k přirozené obnově od založení připravován výběrem, tedy ponecháním nejschopnějších jedinců při současném odstraňování kmenů vadných, nemocných nebo jinak poškozených či oslabených. Přirozená obnova probíhá dvěma způsoby, a to buď pod ochranou mateřského porostu nebo na holých plochách (vzniklých buď úmyslně nebo v důsledku těžby po kalamitě). V případě obnovy porostu po kalamitách dojde většinou ke vzniku rozsáhlých holin, které jsou v důsledku své rozlehlosti pro přirozenou obnovu méně vhodné, jelikož se zde vytvoří extrémní mikroklimatické podmínky, kterými jsou vysoké či příliš nízké teploty, vzdušné prodění, velké vláhové ztráty, větrná eroze (Šindelář 2004).

Neméně důležitým faktorem pro obnovu je zdroj diaspor, kdy je nutná blízkost dospělých borovic, které jsou však současně konkurencí o světlo, vodu a živiny (Chantal et al. 2003).

Příznivým faktorem pro vyklíčení vývoj a růst semene je výskyt mechů a lišejníků, mechů zejména rodu *Hypnum* aj. na obnovované ploše. Vývoj přirozené obnovy pod mateřským porostem je chráněn proti extrémním klimatickým výkyvům, avšak je zde vlivem mateřského porostu větší konkurence o živiny, světlo a vodu. Jedná se především o stanoviště středních a horších bonit (Šindelář 2004).

Většinou též dojde pouze k omezenému narušení lesní půdy. Stávající porost vytváří zástin, který přirozeně brání v nadměrném růstu přízemní vegetaci, což je další významnou výhodu obnovy pod clonnou mateřského porostu (Kuuluvainen, Pukkala 1989).

Důležitým faktorem pro obnovu přirozenou je příprava půdy. Pro vysoké náklady je celoplošná příprava půdy využívána jen omezeně, zejména v rovinatém terénu, v HS 13 nebo 23. Při celoplošné přípravě půdy by nemělo docházet k souvislejšímu odstranění nadložního humusu. Nejekonomičtější a nejčastěji využívané je pruhová příprava diskovými bránami, na méně zabařených plochách i odhrnovacími pluhy. Příprava půdy obvykle probíhá s jednoročním předstihem před uvažovanou obnovou. Pruhovou přípravu nelze použít v polohách ohrožených erozí (HS 21, část 41, 51 a 01). Na zamokřených půdách (HS 27, 39, 57 a 59) se příprava realizuje pomocí záhrobců nebo brázd směřovaných zpravidla po vrstevnici (Kriegel 1998).

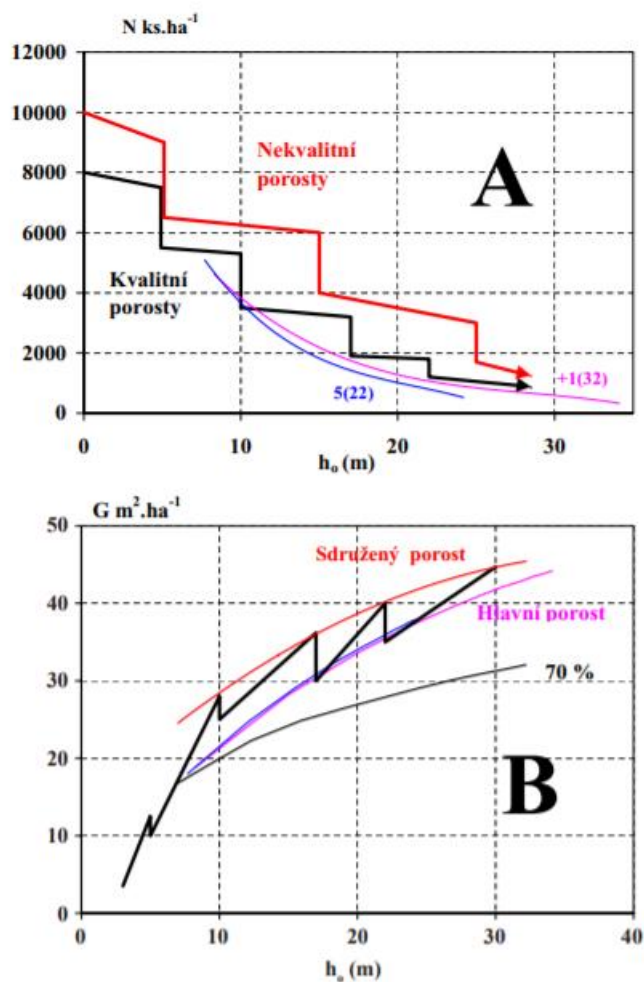
Jako další způsob obnovy na holině lze využít možnosti ponechání výstavku, jako zdroje semenného materiálu. Výstavky se ponechávají v počtu jednotek až desítek ks ha<sup>-1</sup>, jedná se o vitální jedince s kvalitními korunami a kmeny. Ponecháním výstavků na ploše dochází k podpoře přirozené obnovy porostu. V praxi se tento způsob užívá při obnově porostů nesmíšených a ve směsích s borovicí (Šindelář 2004).

Ponechání výstavků na ploše však může mít negativní dopady na novou dorůstající obnovu, zejména se jedná o vliv na mikroklima volné plochy dle umístění výstavků v rámci holé seče a vliv kořenového systému. K následné těžbě výstavků dochází s přihlédnutím k jejich zdravotnímu stavu a hodnotným přírůstem. Výstavky lze též ojedinele ponechat až do následného porostu (Souček 2018).

### **3.2.5 Výchova borových porostů**

Biologické vlastnosti borovice (zejména stavba koruny, slunné jehličí, atd.) vyžadují odlišný přístup k výchovným zásahům ve srovnání s výchovou smrkových porostů. Borové porosty reagují na výchovné zásahy pomaleji a celkově méně výrazně, než je tomu u smrku. Mají totiž v mládí značnou schopnost přirozené autoredukce (Poleno; Vacek et al., 2009).

Od věku porostů 30 let na bohatších stanovištích a od 40 let na stanovištích chudších (tj. přibližně od dosažení horní výšky do 20 m) jsou možnosti ovlivnit statickou stabilitu borových porostů minimální a kvalita porostů by již měla být včasným odstraněním nekvalitních jedinců při prvních zásazích zajištěna (Obr. 2). Proto je další výchova zaměřena na odstraňování podružného porostu (Slodičák et al. 2013).



**Obr. 2: Výchovné programy pro kvalitní a nekvalitní borové porosty s údaji o počtu stromů (N) a výčetní základně (G) z růstových tabulek pro +1 (32) a 5 (22) bonitu (Černý et al. 1996)**

Při zásazích velké intenzity může dojít k dlouhodobějšímu poklesu přírůstu a i k určité celkové objemové ztrátě. Naproti tomu zásahy slabé intenzity mohou nepříznivě ovlivnit klimatické charakteristiky uvnitř mladých porostů. Většina borových porostů se nachází v oblastech s nižší nadmořskou výškou, a tedy i nižším přídelem srážek ve vegetačním období. Navíc tyto porosty rostou především na vysoce propustných písčitých půdách. Odpovídajícím výchovným zásahem lze pozitivně ovlivnit přísun srážek (snížení intercepce)



pod mladý borový porost až na dobu pěti let. Cílem výchovy porostů borovice je proto především zvýšení jejich kvality a odolnosti vůči stresovým faktorům vhodnou úpravou porostního prostředí (Poleno, Vacek et al. 2009).

V důsledku rozmanitosti stanovištních podmínek a genetických vlastností porostu nelze stanovit jeden jednotný model pro výchovu borových porostů. Borové porosty nedosahují povětšinou plného zakmenění, a to v důsledku zpracování nahodilých těžeb. Nejdůležitějším faktorem pro tradiční pěstování borových porostů je vytvářet borové porosty výškově a věkově nediferencované. Důraz při výchově by se proto měl klást na pěstební cíl a stav porostu. V lesnické praxi jsou využívány dva modely výchovy, a to model pro porosty kvalitní a model pro porosty méně kvalitní, které zajistí co nejstabilnější a nejkvalitnější budoucí porost (Slodičák et al. 2013).

Porostům z přirozené obnovy není nutné věnovat zvláštní péči. V přehoustlých nárostech ve věku 4–5 let, do výšky 1 metru se provádějí prostrihávky, avšak spíše výjimečně. V případě, že v nárostech přirozeně vyrostou plevelné dřeviny jako bříza, jíva, osika, je nutná jejich redukce. Mezernaté nárosty se pak doplní listnatými dřevinami jako dub či buk, které plní meliorační funkce (Slodičák 2007).

Avšak vzhledem k současné situaci z hlediska měnících se klimatických podmínek v České republice (extrémní výkyvy teplot během letních měsíců, nedostatek srážek během celého roku) by k úplné redukci tzv. plevelných dřevin docházet nemělo. V CHS 13, 21, 27 a 57 je bříza bělokorá optimální meliorační a zpevňující dřevinou. Ponecháním břízy bělokoré v porostu borovice lesní dochází k tvorbě smíšených porostů. Bříza bělokorá má podobný vliv na pH půdy jako buk, dub, jasan. Opad listů má příznivý vliv na půdu i když ves srovnání s ostatními listnatými dřevinami je menší (Slodičák et al. 2017).

S ohledem na požadavek „čištění kmenů“ jsou výchovné zásahy ve fázi mlazin a tyčkovin velmi mírné. Podúrovňové zásahy převažují v borových porostech po celé další období výchovy. Do úrovně se zasahuje pouze výjimečně v porostech, kde se pracuje kladným výběrem a kde je případně nutné postupně uvolňovat cílové stromy. První výchovné zásahy jsou zaměřeny zejména na odstranění nežádoucích jedinců, jejich ponechání by mělo nepříznivý vliv na kvalitní vývoj porostů. Jedná se o tzv. „předrostlíky“, tj. formy stromů s abnormálním růstem a silnou větevnatostí. Spolu s odstraněním těchto jedinců je také zasahováno do podúrovně. Snížená hustota porostů se příznivě projeví ve zlepšení podmínek

prostředí, zejména zvýšeným přísunem srážek pod porost. Doba prvních zásahů je vymezena úsekem, kdy lze v porostu rozpoznat nežádoucí (netvárné) jedince a kdy dochází k zapojování porostů (věk 7 – 9 let, na bohatších stanovištích dříve, na chudších později). Další výchovné zásahy směřují především do podúrovně a stromy předrůstavé se odstraňují pouze výjimečně (Slodičák et al. 2013).

V borových nárostech až mlazínách pod ponechaným zbytkem mateřského porostu ke konci životnosti tohoto mateřského porostu by měla vlastní výchova začít negativním výběrem. Také je nutné odstranit výrazně nekvalitní jedince či jedince výrazně škodící svému okolí, dále je nutné odstranit stromy poškozené sypavkou, nepřírozně zbarvené, pokroucené, obrostlíky a předrostlíky s mimořádně tlustými větvemi. Stále je však nutné zachovávat dostatečnou hustotu a výškovou diferenciaci. Cílem výchovy přirozeně zmlazených borových porostů je vypěstování dlouhých, hladkých a tlustých kmenů zároveň s neopomenutím zlepšení budoucí genetické struktury v populaci. Na negativní výchovu prořezávkami pak navazuje probírka, která by měla být zaměřena na nevhodné stromy v úrovni nebo nad ní (Košulič 2010).

Kvalita produkce, zlepšení zdravotního stavu, zvýšení jejich vitality a prodloužení životnosti je hlavním cílem výchovy borových porostů (Poleno, Vacek et al. 2009).

### **3.3 Poškození borovice lesní biotickými a abiotickými činiteli**

#### **3.3.1 Biotičtí činitelé**

Borovice lesní je napadána celou řadou biotických činitelů. Hmyzí škůdci působí škody lokálně a nepravidelně anebo každoročně a celoplošně. K poškození dřevin hmyzími škůdci dochází různými způsoby. Je proto vhodné provést jejich rozdělení. Jedná se zejména o listožravý hmyz, který požírá listy a jehlice nebo z nich a z částí těl stromů vysává rostlinné šťávy. Podkorní a dřevokazný hmyz napadá kmeny a větve a žije pod kůrou v lýku a dřevě. Kořenožravý hmyz napadá kořeny stromů. Kortikolní hmyz ožírání povrchová pletiva nadzemních částí kmene a větví (Modlinger et al. 2015).

Mezi hlavní druhy podkorního hmyzu na borovici patří i několik zástupců brouků z řad kůrovcovitých a krascovitých. Jsou to především lýkožrout vrcholkový, lýkožrout lesklý, lýkohub sosnový, lýkohub menší a krasec borový.

Lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus* Gyll.) dospělec 2,2–3,9mm dlouhý, válcovitý, konce krovek s prohlubeninou a třemi páry pravidelně od sebe vzdálených hrbolků. Celý vývoj probíhá v korunové části borovic s hladkou kůrou. Požerek je hvězdicovitý, hluboce zaříznutý do běle. L. vrcholkový se vyskytuje všude v borových porostech. Pro vývoj vyhledává přednostně oslabené. (např. suchem), pokácené nebo zlomené stromy, v případě přemnožení může napadat i stromy zdravé. Lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus* L.) Dospělec 1,6–2,8mm dlouhý, válcovitý, hnědočerný, lesklý, krovky rezavě hnědé, na zádi tři páry zašpičatělých hrbolků. Přezimuje pod kůrou ve všech vývojových stádiích kromě vajíčka, dospělci také v hrabance. Požerek je hvězdicovitý, 3–6 (8) krátkých matečných chodeb, snubní komůrka je na rozdíl od požerků na smrku viditelná i na spodní straně lýka v běli. Lýkohub sosnový (*Tomicus piniperda* L.) Brouk 3,5–4,8mm dlouhý, záď krovek zaoblená, s četnými drobnými hrbolky vyjma druhého mezirýží. Brouci nalétávají do kmenové části borovic se silnou rozpraskanou kůrou, kde vyhledávají podélný jednoramenný požerek. Lýkohub menší (*Tomicus minor* Hart.) Dospělec 3,2–5,2mm dlouhý, záď krovek zaoblená, s drobnými hrbolky. Požerek příčný, dvouramenný, svorkovitý. Krasec borový (*Phaenops cyanea* F.) Brouk z čeledi krascovití (*Buprestidae*), 6,5–13 mm dlouhý, dlouze oválný, plochý, dozadu zašpičatělý; kovově modrozeleně zbarvený, lesklý, povrch lysý, krovky a štít jemně nepravidelně tečkované. Požerek pod kůrou je plochý, larvové chodby jsou meandrovitě zprohýbané, postupně se rozšiřující, hustě vyplněné vlnkovitě napěchovaným trusem a jemnou drtí. Prevencí proti šíření hmyzích škůdců je včasné zpracování souší, vývrátů, zlomů a potěžebních zbytků. Tímto dojde k zamezení dokončení jejich vývoje a následného šíření (Pešková et al. 2016).

Velmi významné škody, a to zejména na mladých lesních porostech, kulturách, způsobuje chroust maďalový (*Melolontha hippocastani*). Dospělec je 20–25 mm dlouhý. Samci se od samic liší zejména většími vějířovitými tykadly. K rojení dochází koncem dubna a v první polovině května. Po vylíhnutí z půdy se brouci živí listy stromů. Vyhledávají zejména duby, habry, javory, topoly či břízy, naopak jasanům, lípám a akátu se spíše vyhýbají. Není výjimkou, že brouci ožerou ze stromu veškeré listí. Samice kladou do svrchní vrstvy půdy

na holinách nebo v lesních porostech snůšky vajíček (30–60 ks). Vylíhlé larvy o velikosti 40–50 mm (ponravy) žijí v půdě tři roky. K zakuklení ponrav dochází ve třetím roce jejich života. V našich podmínkách trvá vývojový cyklus chrousta 4 roky. Potravou ponrav je organická hmota, tj. kořínky bylin a travin a také kořenový systém dřevin (Modlinger et al. 2015).

U borovice lesní dochází v posledních několika po sobě jdoucích letech k jejímu enormnímu prosychání a následnému odumírání. V lesích lze pozorovat velké množství odumřelých borovic. Jedná se především o plošně významné lokality ve středních Čechách (Příbramsko, Berounsko, Dobříšsko, Polabí) na jihozápadě (Strakonicko), na severozápadě Čech pak Žatecko (Soukup, Pešková 2004).

Příčinou je ve většině případů extrémní průběh počasí v předchozích letech, mimořádně nízké srážky, pokles hladiny spodní vody a následná houbová infekce kornice borové (*Cenangium ferruginosum*) (Pešková, Soukup 2011).

Kornice borová je vřeckovýtrusná terčoplodná houba, která napadá borovice každého věku. Vyskytuje se pod kůrou větví různé tloušťky, ale i na kmenech. Následně prorazí kůrou. Nejprve se jedná o kulovité útvary, které záhy dozrají a vytvářejí typické mističky, velikost 1 – 3 mm, temně šedočerné barvy, plodnice se vyskytují nahloučené ve skupinách po desítkách až stovkách (Pešková et al. 2016).

Býložravá, především spárkatá zvěř působí škody, a to okusem, ohryzem, loupáním či vytrháváním celých rostlin. Dřevo, kůra, listy, jehličí a pupeny nárostů a kultur jsou podstatnou součástí jejich potravy. Dle populační hustoty zvěře, stavu ekosystému a dalších okolností projevují se potravní nároky zvěře jako málo škodlivé, únosné, někdy však naopak neúnosné, zejména pak při opakovaném poškozování. Vliv zvěře je významným faktorem neúspěchu přirozené obnovy nejen borových porostů (Košulič 2010).

### **3.3.2 Abiotičtí činitelé**

Jinovatka a těžký sníh jsou významným abiotickým činitelem, který poškozují borovici lesní, nejčastěji formou vrcholových zlomů. Důvodem takového poškození je pak křehkost dřeva této dřeviny (Úradníček, Riedmiller 2009).

Nebezpečí požárů je v borových porostech vyvažováno hlubokým kořenovým systémem borovice, rovněž velmi silnou borkou. Borovice je citlivá ke znečištěnému ovzduší, na přítomnost imisí reaguje velmi citlivě (Musil, Hamerník, 2003). Ohrožení mrazem je v porovnání s ostatními abiotickými faktory marginální (Amann 1997).

Mohutný křovitý kořenový systém tuto dřevinu velmi dobře ukotvuje v zemi, což způsobuje její vysokou odolnost vůči větru (Úradníček 2001; Musil, Hamerník 2003).

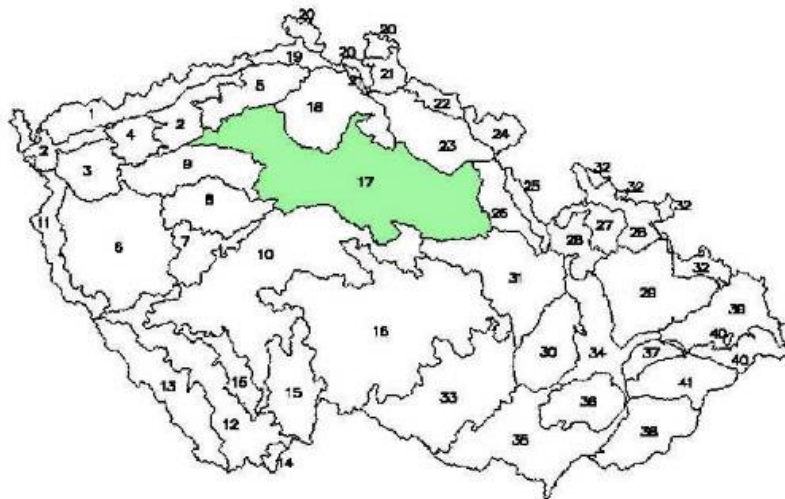
Borovice lesní byla dlouhodobě považována za dřevinu velmi dobře přizpůsobenou suchu, avšak v rámci posledního decénia zaznamenáváme z hlediska počasí dlouhá období s vyššími teplotami vzduchu, současně naopak s podprůměrnými srážkovými úhrny (Lubojacký et. al 2020). V současnosti jsme svědky nadprůměrných teplot zejména v dubnu, květnu, červenci a srpnu, naopak srážky jsou dnes výrazně nižší, kdy v některých týdnech se nevyskytují dokonce žádné. Tyto skutečnosti zcela zásadně ovlivňují hladinu podzemní vody. Problém borovice v tomto kontextu spočívá v neschopnosti jejího kořenu dosáhnout na tuto spodní vodu, následně pak dochází k jejímu chřadnutí či celoplošnému odumírání borových porostů. Tento jev je patrný u všech věkových tříd borovice – od semenáčků z přirozeného zmlazení přes výsadby a zajištěné kultury, až po mýtné porosty (Soukup, Pešková 2004).

### **3.4 Přírodní charakteristika řešeného území**

#### **3.4.1 Přírodní lesní oblast 17 – Polabí**

Polabí je rozsáhlá oblast rozkládající se v nížinné oblasti podél řeky Labe (Obr. 3). Hranice této oblasti je oproti ostatním výrazná velmi proměnlivě, a to zejména od členitého českého středohoří, nevýraznou hranici potom tvoří s Mosteckou pánví, kde k oddělení dochází povahou sedimentů. Severočeská pískovcová oblast se od Polabí (Obr. 2) liší jemnozrnějšími sedimenty i charakterem terénu. Východní hranice oblasti přechází pozvolně do pahorkatin a podhůří. Roční teplota se průměrně pohybuje od 7,5 do 9,1 °C a ve vegetačním období pak od 13,5 °C do 15,5 °C. Jižní exponované svahy a hřbety se vyznačují teplotními extrémy. Průměrné roční srážky se pohybují v rozmezí 480 až 700 mm, ve vegetační době mezi 310

až 400 mm. Délka vegetační doby je 155 až 175 dnů, zahrnuje dubový až bukodubový lesní vegetační stupeň (dále jen LVS).



**Obr. 3: Vymezení přírodní lesní oblasti Polabí – 17 v rámci ČR (Zdroj: ÚHUL, 2019).**

Převažujícími větry jsou západní a východní. Největším kalamitním činitelem v této oblasti je vítr, a to i přesto, že se jedná o nížinný charakter krajiny. Geologicky je převážná část Polabí řazena do české křídové pánve (ÚHUL 2001).

### **3.5 Přírodní charakteristika Lesní správy Brandýs nad Labem, LHC Nymburk, revír Býchory**

#### **3.5.1 Charakteristika území LS Brandýs nad Labem**

Největším krajem v České republice je Středočeský kraj se svou rozlohou 1,1 mil. ha, ve kterém se nachází právě Lesní správa Brandýs nad Labem. Středočeský kraj se rozkládá ve středu České kotliny, vrchoviny tvoří jeho jih a jihozápad, rovinný je pak východ a sever. Lesy ve Středočeském kraji jsou ze tří čtvrtin jehličnaté, kdy průměrná zásoba porostu zde činí  $221 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Velká hustota osídlení ve Středočeském kraji velmi významně ovlivňuje také funkce lesa, kdy velkou část lesů tvoří lesy s funkcí příměstskou a rekreační. Další

neopomenutelnou funkcí zdejších lesů je vodoochranná funkce a ochrana půdy na extrémních stanovištích (LČR 2020).

### **3.5.2 Všeobecná charakteristika**

Lesní správa Brandýs nad Labem je jednou z organizačních jednotek Lesů České republiky, s. p., která vznikla reorganizací podniku k 01.01.2020. Je tvořena třemi různými lesními hospodářskými celky (dále jen LHC): Nymburk, Mělník a Újezd nad Lesy. Zájmová lokalita se nachází na území, které spadá pod Krajské ředitelství Liberec, Lesní správu Brandýs nad Labem, revír Býchory. Revír Býchory se nachází v jihovýchodní části LHC a hraničí na severu s revírem Rožďalovice a v západní části s revírem Kolín. Revír Býchory se rovněž celý nachází ve Středočeském kraji. Celková rozloha LHC Brandýs nad Labem činí 10 385,66 ha výměry pozemků určených k plnění funkcí lesa (PUPFL), z toho velikost revíru Býchory je 5 77,06 ha (LHP 2015).

### **3.5.3 Orografické poměry na LHC Nymburk**

Dle geomorfologického členění České republiky se zájmové území nachází na následujících geomorfologických jednotkách:

System: Hercinský

Provincie: Česká vysočina

Subprovincie: Česká tabule

Oblast: Středočeská tabule

Celek: Středolabská tabule, Východolabská tabule

Podcelek: Nymburská kotlina, Chlumská tabule

(LHP 2015)

### **3.5.4 Geologické poměry na LHC Nymburk**

Revír Býchory spadá, jako převážná část Polabí, do české křídové pánve. Česká křídová pánev je asi 300 km dlouhá, sahá od Děčína v severních Čechách přes Polabí až k Blansku u Brna. Je svrchnokřídového stáří a vznikla v jediném sedimentačním cyklu (cenoman až santon) (LHP 2015).

### **3.5.5 Pedologické poměry na LHC Nymburk**

Geologickým podložím jsou v oblasti vylišeny dvě rozdílné kategorie půd, odlišující se obsahem živin a fyzikálními vlastnostmi. Dochází zde k rozmanitému střídání půdních podmínek, kdy se křídové podloží střídá se čtvrtohorními překryvy. Na vápnitěm podloží křídových slínů jsou fyzikálně méně příznivé, těžké jílovohlinité půdy. Tyto půdy jsou charakteristické malou propustností a velmi omezenou vzdušností, jsou velmi ulehlé a soudržné, mají dobrý, často také až příliš vysoký obsah vody, pevně poutají živiny, které těžko uvolňují pro rostliny. Za sucha tvoří tvrdé hroudy nebo vytváří hluboké praskliny, (LHP 2015).

Druhou kategorií typických půd jsou pleistocenní šterkopísky, které vytváří půdy hluboké, písčité až hlinitopísčité, lehké, propustné, kyselé a chudé na živiny. V menší míře se pak uplatňují podloží dalších hornin, např. podzoly a podzolové kambizemě (hnědá půda), které jsou nejchudšími půdními typy, dále pak pararendziny, pseudogleje, oligotrofní, mezitrofní a eutrofní kambizemě, černozemě, hnědozemě, luvizemě a kambizemě (LHP 2015).

### **3.5.6 Fauna a flora**

#### **3.5.6.1 Fauna**

Krajina v Polabí je velmi pozměněna lidskou činností, která dala vzniknout náhradním společenstvům, zejména kulturní stepi a mozaice druhotných lesních stanovišť. Dominantou této oblasti je řeka Labe, s torzy svérázné fauny na polabských písčích (vřetenuška pozdní, keřnatka vrásčitá, atd.), se zbytky lužních lesů (moudivláček lužní, cvrčilka říční, atd.), mokřadů a luk s periodickými tůněmi (korýši, měkkýši jantarka obecná, keřovka plavá aj.,



ptáci vodouš rudonohý, cvrčilka slavíková aj.). Významným druhem vyskytujícím se v této oblasti je například ježek západní (*Erinaceus europaeus*), chřástal malý (*Porzana parva*), ropucha krátkonohá (*Bufo calamita*), mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*), ještěrka zelená (*Lacerta viridis*), hlemýžď zahradní (*Helix pomatia*) atd. - (ÚHUL 2001)

### **3.5.6.2 Flora**

Flora v této oblasti je rozmanitá s převahou souboru nivních druhů středoevropského typu. Typickým druhem této oblasti je sněženka předjarní (*Galanthus nivalis*), česnek medvědí (*Allium ursinum*), hrachor bahenní (*Lathyrus palustris*) a středoevropský endemit krušík polabský (*Epipactis albensis*). V oblasti se vyskytují nepočetné druhy demontánní jako knotovka lesní (*Melandryum sylvestre*), zástupcem kontinentálního druhu je např. ostřice banátská (*Carex buekii*), mečík bahenní (*Gladiolus palustris*), druhem přesahujícím z Panonie je např. lněnka větvená (*Thesium arvense*) a ostřice Buxbaumova (*Carex buxbaumii*) a jako poslední se zde vyskytují druhy baltické, k nimž patří např. třtina pestrá (*Calamagrostis varia*) a pýchava slatinná (*Sesleria uliginosa*) - (ÚHUL 2001).

### **3.5.7 Klimatické poměry na LHC Nymburk**

Revír Býchory spadá do mírné teplé oblasti označované jako B2 - okrsek mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou. Mírně teplá oblast (počet letních dnů pod 50, červencová teplota nad 15 °C). Průměrné roční srážky dosahují 550-600 mm. Průměrná roční teplota činí 8–9 °C (LHP 2015).

### **3.5.8 Hospodářské cíle vlastníka na LHC Nymburk**

Hospodářský záměr vlastníka vychází z principu státní lesnické politiky a koncepce trvale udržitelného hospodaření v lesích přijaté Lesy České republiky, s. p. Hlavním principem je přechod k přírodě blízkému způsobu hospodaření s cílem dosáhnout stabilního, kvalitního a druhově a prostorově diferencovaného lesního ekosystému. V rámci problematiky obnovy porostu je záměrem vlastníka přednostně využívat přirozenou obnovu u všech geneticky

vhodných dřevin, které odpovídají charakteru daného stanoviště. Přirozená obnova borovice lesní bude přednostně uplatňována na stanovištích s vhodnými podmínkami, a to na CHS 13, 23, 25. Jako způsob obnovy bude využíván násek nebo úzká holina do šířky max. 40 m, využití náletu ze západní strany, popřípadě proti směru převládajících bořivých větrů. Ponechávání výstavků při obnově porostu (LHP 2015).

## 4 Metodika

### 4.1 Výběr a založení zkusných ploch

Zkusné plochy se nacházejí v přírodní lesní oblasti 17 – Polabí. Plochy ke sběru dat byly založeny na jaře v květnu roku 2020. Lokalizace ploch je uvedena na (Obr. 4.). Plochy byly umístěny do dvou porostních skupin 626 G a 8 a 626 B a 11, dle LHC: 104 000 – Nymburk (s platností od 01.01.2016 - 31.12.2025), Lesy České republiky s. p. Soubor lesních typů 1M – dle typologické mapy ÚHUL.



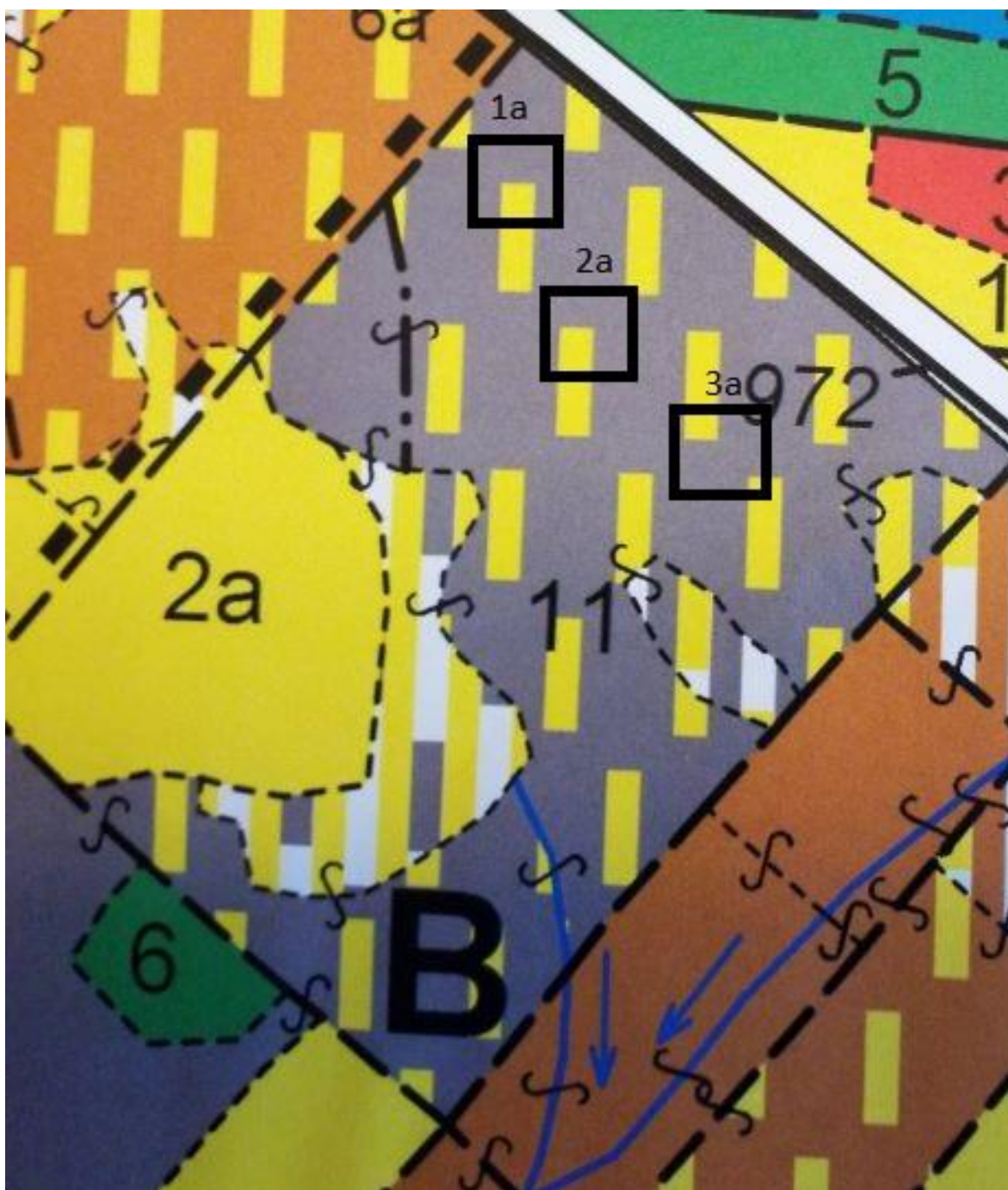
Obr. 4: Lokalizace zkusných ploch. Zdroj: [www. Mapy.cz](http://www.Mapy.cz)

Těžba byla v obou porostních skupinách provedena v roce 2019 prostřednictvím harvesterové technologie. Jednalo se o těžbu nahodilou, z porostní skupiny byly odtěženy suché a odumřelé borovice. Klest byl z obou porostních skupin vyklizen a vyvezen. Následně na jaře roku 2020 byly obě porostní skupiny naorány lesním jednoradličným pluhem Kromberger. Do každé porostní skupiny byly umístěny tři zkusné plochy. Každá zkusná plocha měla výměru 12 x 12 metrů. Plochy byly v porostních skupinách vyměřeny ocelovým svinovacím pásmem a v rozích stabilizovány dřevěnými kolíky. V obou porostních skupinách byly zkusné plochy voleny tak, že vždy jedna zkusná plocha byla umístěna do stávajícího mateřského porostu (1a a 1b), zde došlo pouze k částečnému narušení půdního krytu při těžbě a vyklizování, nikoliv k naorání, a slouží jako kontrolní plocha, druhá zkusná plocha se nacházela v části porostní skupiny s kompletně odtěženým mateřským porostem (2a a 2b) a byly naorány. Poslední třetí zkusná plocha byla umístěna částečně pod ponechaným zbylým mateřským porostem (3a a 3b) a taktéž byly naorány (Tab. 1).

**Tab. 1: Popis jednotlivých zkusných ploch.**

Označení zk. plochy	Porostní skupina	SLT	Příprava půdy ano/ne	Clona mateřského porostu
1a	626Ga11	1M	ne	ano
2a	626Ga11	1M	ano	ne
3a	626Ga11	1M	ano	ano
1b	626 Ga8	1M	ne	ano
2b	626 Ga8	1M	ano	ne
3b	626 Ga8	1M	ano	ano

První tři zkusné plochy (Obr. 5) jsou tedy umístěny do porostu 626 G a 11, dle LHC: 104 000 – Nymburk, katastrální území Lžovice, kód k. ú. 772330, soubor lesních typů 1M – dle typologické mapy ÚHUL. Celková plocha 4,84 ha porostní skupiny, těžba nahodilá provedena na ploše 0,50 ha.

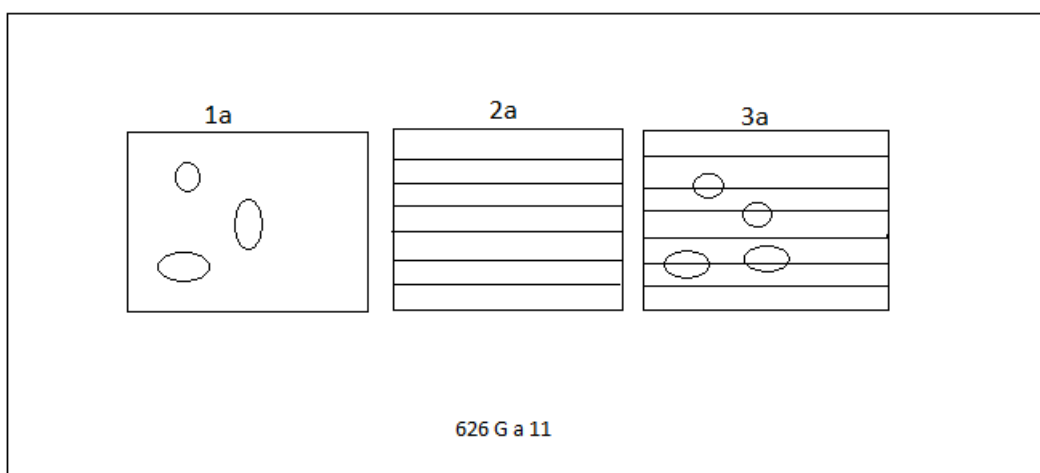


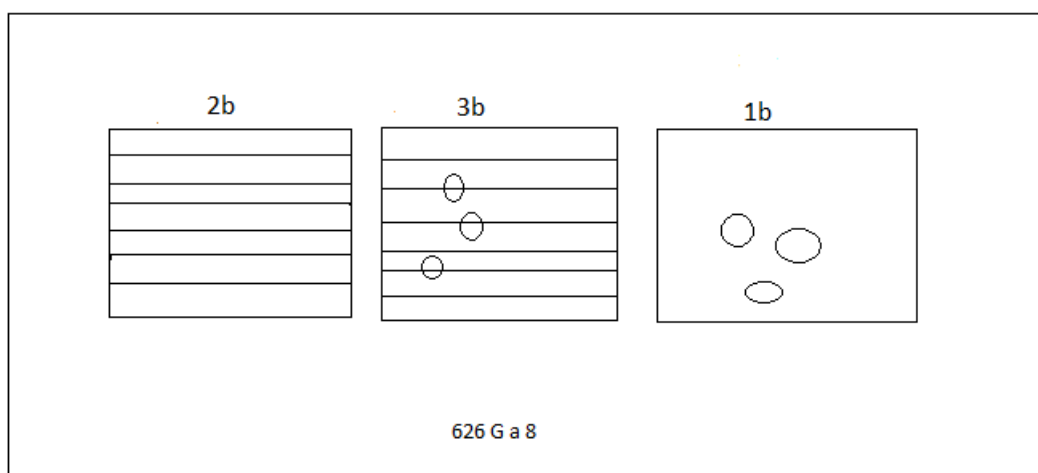
**Obr. 5: Porostní mapa s vyznačenými zkusnými plochami, označenými 1a, 2a, 3a**

Druhé 3 zkusné plochy (Obr. 6) jsou umístěny do porostu 626 G a 8, dle LHC: 104 000 – Nymburk, katastrální území Lžovice, kód k. ú. 772330, soubor lesních typů 1M – dle typologické mapy ÚHUL. Celková plocha 3,39 ha porostní skupiny, těžba nahodilá provedena na ploše 0,35 ha.



Obr. 6: Porostní mapa s vyznačenými zkušebními plochami, označenými 1b, 2b, 3b





**Obr. 7: Schéma umístění zkusných ploch v porostních skupinách**

Obr. 7 je schématické vyobrazení zkusných ploch v porostních skupinách 626 G 11 a 626 G 8. Plochy 1a a 1b zobrazují plochy pod ponechaným mateřským porostem, bez přípravy půdy, 2a a 2b na holině s naoráním a 3a a 3b se s naoráním pod ponechaným mateřským porostem.

## 4.2 Sběr dat

### 4.2.1 Inventarizace přirozené obnovy

Sběr dat byl na čtvercových zkusných plochách prováděn na pravidelné čtvercové síti o sponu přibližně 1 x 1 m. V průsečících byly umístěny vlastní kruhové zkusné plošky (Obr. 8) o průměru  $d = 0,625$  m ( $S = 0,31$  m<sup>2</sup>). V případě ploch s přípravou půdy (2a, 2b a 3a, 3b) se jednalo o dvojice protilehlých ploch, které byly umístěny tak, aby jedna představovala podmínky dna brázdy a druhá vrchu brázdy. Jednalo se celkem o 832 zkusných kruhových plošek na naoraných plochách (Obr. 9) a celkem 339 zkusných kruhových plošek pod mateřským porostem bez naorání. Na každé plošce byly od 01.června 2020 do 30. listopadu 2020 v jednoměsíčních intervalech (vždy 1. týden v měsíci) zaznamenávány počty semenáčků lesních dřevin. Na plochách bez přípravy půdy (1a a 1b) byly semenáčky rozděleny do dvou kategorií podle věku (do jednoho roku stáří a starší jedinci). Na ploškách

byl hodnocen pokryv v kategoriích: jednoděložné rostliny, dvouděložné rostliny, mechy, holá půda, s přesností na 1 %; celkový pokryv na dílčí ploše vždy činil 100 %. Při posledním měření na konci vegetační sezóny byla změřena i výška každého jedince s přesností na 1 cm.



**Obr. 8: Plocha 2b - kruhová zkusná ploška umístěná na dně brázdy (autorské foto)**



**Obr. 9: Plocha 3b se s naoráním pod ponechaným mateřským porostem (autorské foto)**

#### **4.2.2 Charakteristika mateřského prostu**

Na zkusné ploše 1a a 1b, které jsou umístěny ve stávajícím mateřském porostu, byla vypočítána zásoba porostu. K výpočtu byla použita metoda JHK. V terénu bylo na ploše 20 x 20 m<sup>2</sup> provedeno průměrkování stávajících stromů, 100 % BO. Změřené hodnoty byly zaznamenány do zápisníku. Na základě vypočítané střední výšky a střední tloušťky bylo stanoveno číslo JHK. V tabulkách JHK byly na základě čísla JHK dohledány jednotlivé objemy jednoho stromu pro každý tloušťkový stupeň a proveden výpočet zásoby.



### 4.3 Zpracování dat

Pro základní zpracování dat byl použit program MS Excel, kde za každý kalendářní měsíc od června až do listopadu byla vytvořena samostatná tabulka ke každé ze šesti zkusných ploch. Do každé jednotlivé tabulky byly zaznamenány hodnoty z terénních šetření. Jednalo se o počty semenáčků na každé jednotlivé kruhové zkusné plošce. Na plochách pod porostem bylo ještě zaznamenáváno, zda se jedná o jednoleté či víceleté semenáčky. U všech zkusných ploch byl zaznamenán pokryv. Při posledním měření v listopadu byl ještě doplněn údaj výšky ke každému jedinci. Veškeré statistické výpočty byly provedeny v programu Statistica 13. Z důvodu nenormálního rozdělení dat (Shapirův-Wilkův test) byl pro testování rozdílů v počtech jedinců obnovy mezi jednotlivými plochami (mezi variantami s přípravou půdy a bez ní a mezi clonnou mateřského porostu a holosečným obnovním prvkem) použit Kruskal-Wallisův test. Všechny testy byly prováděny na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

## 5 Výsledky

### 5.1 Charakteristika mateřského porostu

V Tab. 2 jsou uvedeny dendrometrické veličiny mateřského porostu borovice lesní na plochách pod ponechaným stávajícím mateřským porostem 1a, 1b a pod ponechaným zbylým mateřským porostem 3a, 3b.

**Tab. 2: tabulka dendrometrických veličin mateřského porostu**

plocha	1a	3a	1b	3b
h (m)	26	24	24	24
d (cm)	21	30	28	24
četnost	17	5	8	7
V skutečná (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	6,9	4,5	5,7	4,1
V/ha skutečná (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	173	112	142	103
V tabulková	440	420	420	400
zakmenění	0,4	0,3	0,3	0,3

### 5.2 Charakteristika pokryvu porostu

Na všech zkusných plochách byl hodnocen pokryv v procentech s přesností na 1 % v kategoriích: J - jednoděložné rostliny, D - dvouděložné rostliny, M - mechy, P - půda. Suma kategorií na plochu činila 100 %. V Tab. 3 je uvedeno zastoupení pokryvu v % na počátku měření tedy v červnu. Tab. 4 prezentuje zastoupení pokryvu v srpnu a Tab. 5 pak pokryv za polední měření v listopadu.

**Tab. 3: zastoupení pokryvu v procentech v červnu na plochách naoraných na dně a vrchu brázd a na ploše bez naorání**

červen	Pokryv - vrch %				Pokryv - dno %			
	J	D	M	P	J	D	M	P
2a	0	14	0	86	0	2	0	98
3a	0	2	0	98	0	1	0	99
2b	0	56	1	43	0	33	0	67
3b	0	9	0	91	0	5	0	95

červen	<b>Pokryv - bez naorání %</b>			
plocha	J	D	M	P
1a	2	12	37	49
1b	4	33	44	20

V Tab. 3 je uvedeno procentuální zastoupení pokryvu zkusných ploch na holině s naoráním 2a a 2b, 3a a 3b plochy s naoráním pod ponechaným mateřským porostem a 1a a 1b jsou plochy pod ponechaným mateřským porostem. Zastoupení pokryvu je hodnoceno v červnu v době letního aspektu. Na plochách 2a, 2b, 3a a 3b se nevyskytovaly jednoděložné rostliny ani mechy. Nejpočetnější zastoupení měly dvouděložné rostliny na ploše 2b, a to na vrchu brázdy 56 %, na dně pak 33 %. Jinak převažovala půda bez pokryvu. Na plochách bez naorání byl největší podíl mechů. Na ploše 1a 37 % a na ploše 1b 44 %.

**Tab. 4: zastoupení pokryvu v procentech v srpnu na plochách naoráných na dně a vrchu brázd a na ploše bez naorání**

srpen	<b>Pokryv - vrch %</b>				<b>Pokryv - dno %</b>			
Plocha	J	D	M	P	J	D	M	P
2a	0	9	0	91	0	9	0	91
3a	0	3	0	97	0	9	0	91
2b	0	24	0	76	0	15	0	85
3b	0	32	0	68	0	25	0	75

	<b>Pokryv - bez naorání %</b>			
plocha	J	D	M	P
1a	6	20	0	74
1b	2	54	0	44

Uprostřed vegetačního období (srpen) je zastoupení pokryvu uvedeno v Tab. 4. Na plochách 2a, 2b, 3a a 3b se stejně jako na počátku vegetačního období nevyskytovaly jednoděložné rostliny ani mechy. Nejpočetnější zastoupení měly dvouděložné rostliny na ploše 2b, a to na vrchu brázdy 32 %, na dně pak 25 %. Jedná se tedy o pokles pokryvu oproti počátku vegetačního období. Na plochách s naoráním opět převažovala půda bez pokryvu. Na plochách bez naorání klesl podíl mechů na 0 %. Oproti tomu zde výrazně stoupl podíl zastoupení dvouděložných rostlin, na ploše 1a na 20 % a na ploše 1b na 54 %.

**Tab. 5: zastoupení pokryvu v procentech v listopadu na plochách naoraných na dně a vrchu brázd a na ploše bez naorání**

listopad	Pokryv - vrch %				Pokryv - dno %			
	J	D	M	P	J	D	M	P
2a	0	0	0	100	0	0	0	100
3a	0	10	0	90	0	10	0	90
2b	0	0	0	100	0	0	0	100
3b	0	0	0	100	0	0	0	100

listopad	Pokryv - bez naorání %			
	J	D	M	P
1a	4	1	20	75
	2	54	0	44

Zastoupení pokryvu je hodnoceno na konci vegetačního období (listopad) (Tab. 5). Na plochách 2a, 2b, 3a a 3b došlo k razantnímu úbytku zastoupení pokryvu. Vrch i dno brázdy byly bez pokryvu, až na plochu 3a na které se nacházelo 10% pokryvu dvouděložných rostlin. Na ploše 1a bez naorání převažovala holá půda, avšak došlo zde k nárůstu zastoupení mechů, a to na 20 % oproti ploše 1a, kde je zastoupení mechů pouhé 1 %. Na ploše 1b zůstává jako uprostřed vegetačního období největší podíl zastoupení 54 % dvouděložných rostlin.

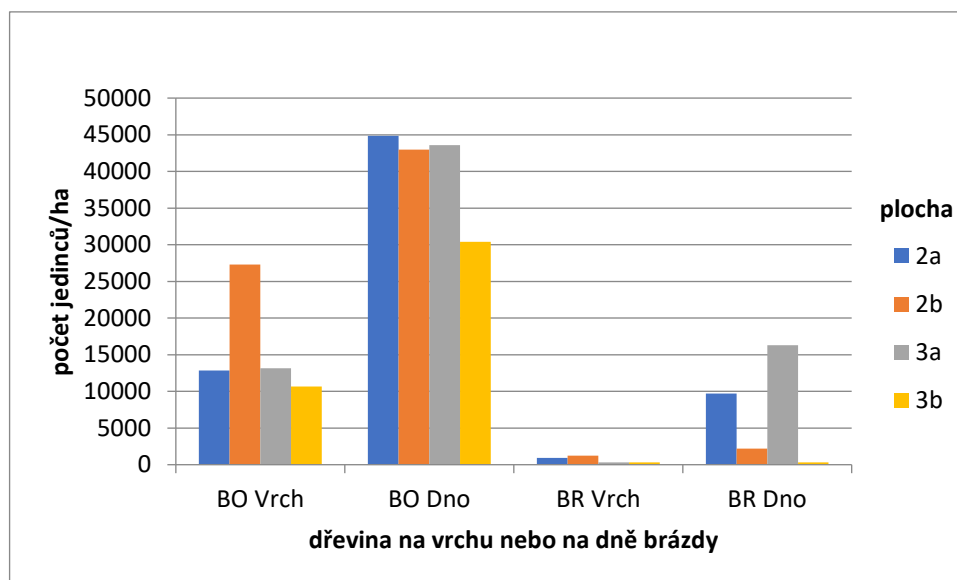
### 5.3 Charakteristika přirozené obnovy

Tab. 6 celkově shrnuje průměrné hodnoty měřené na jednotlivých zkusných plochách za celé sledované období od června 2020 do listopadu 2020. Průměrná výška stromů mateřského porotu je vyrovnaná v rozmezí 24–26 metrů. Převládající pokryv na zkusných plochách je holá půda, výjimkou je v tomto ohledu plocha 1b, kde jsou nejvíce zastoupeny mechy. Nejvyšší počet semenáčků borovice byl zaznamenán na ploše 3a, a to 73 533 ks ha<sup>-1</sup> a nejnižší počet je na ploše 1a, a to 17 553 ks ha<sup>-1</sup>. Na ploše 1a se nachází 17 753 jednoletých bříz ks ha<sup>-1</sup> oproti ploše 3b, kde se nachází 470 ks ha<sup>-1</sup>. Počet víceletých borovic je na nenaoraných plochách dosti vyrovnaný. Na ploše 1a se nachází 9488 ks ha<sup>-1</sup> a na ploše 1b se nachází 10 903 ks ha<sup>-1</sup>. Víceletých bříz, je na ploše 1a 54 578 ks ha<sup>-1</sup> a na ploše 1b je 19 811 ks ha<sup>-1</sup>. Nejvyšší průměrné výšky dosahují jednoleté borovice 4 cm a víceleté borovice

6 cm na nenaorané ploše 1a. Na ploše 1b je nejvyšší výška jednoletých bříz 8 cm a víceletých bříz 10 cm.

**Tab. 6: celkové shrnutí průměrných měřených hodnot na zkusných plochách**

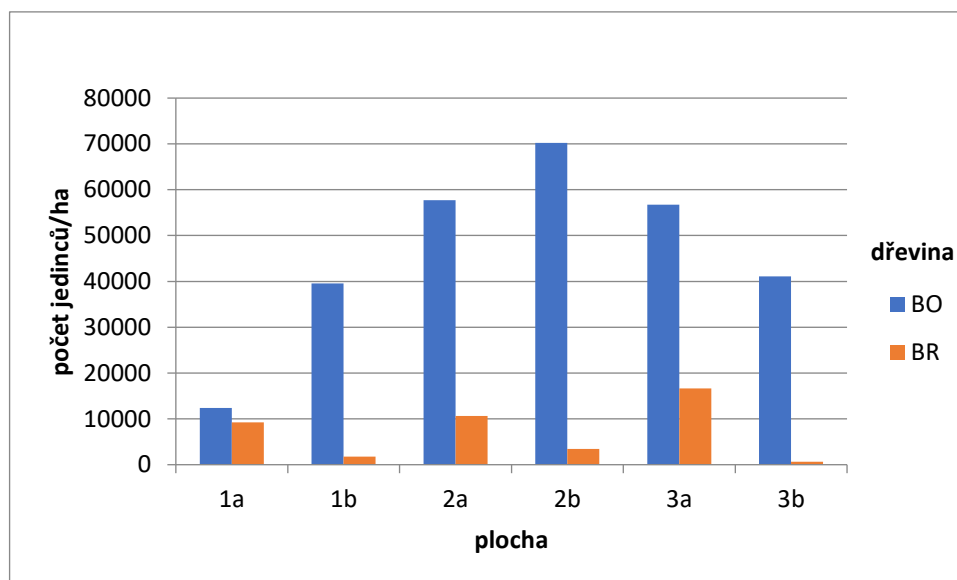
plocha	1a	2a	3a	1b	2b	3b
V/ha skutečná(m3)	173	0	112	142	0	103
zakmenění	0,4	0	0,3	0,3	0	0,3
naorání	ne	ano	ano	ne	ano	ano
převládající pokryv	půda	půda	půda	mech	půda	půda
směrodatná odchylna jednoletých borovic	5578	3670	14285	14511	26914	8540
průměrný počet jednoletých BO/ ha <sup>-1</sup>	17753	55502	73533	41520	54875	52994
průměrný počet jedinců jednoletých BR/ha	17753	6167	9146	4631	1934	470
průměrný počet jedinců víceletých BO/ ha <sup>-1</sup>	9488	0	0	10903	0	0
průměrný počet jedinců víceletých BR/ ha <sup>-1</sup>	54578	0	0	19811	0	0
průměrná výška jednoletých BO (cm)	4	3	3	2	3	2
průměrná výška víceletých BO (cm)	6	0	0	4	0	0
průměrná výška jednoletých BR (cm)	5	6	4	8	8	4
průměrná výška víceletých BR (cm)	7	0	0	10	0	0



**Graf 1: zastoupení jednotlivých dřevin na vrchu nebo na dně brázdy na naoraných plochách na konci vegetačního období**

Z Grafu 1 je patrné největší zastoupení jednoletých borových semenáčku na dně brázdy, kde až na plochu 3b, kde je četnost  $30\,416\text{ ks ha}^{-1}$ , vždy přesahuje  $40\,000\text{ ks ha}^{-1}$ . Na vrchu brázdy je počet jedinců výrazně nižší. Na plochách 2a, 3a a 3b lehce přesahují  $10\,000\text{ ks ha}^{-1}$ . Nicméně na vrchu brázdy na ploše 2b počet překračuje hranici  $25\,000\text{ ks ha}^{-1}$ .

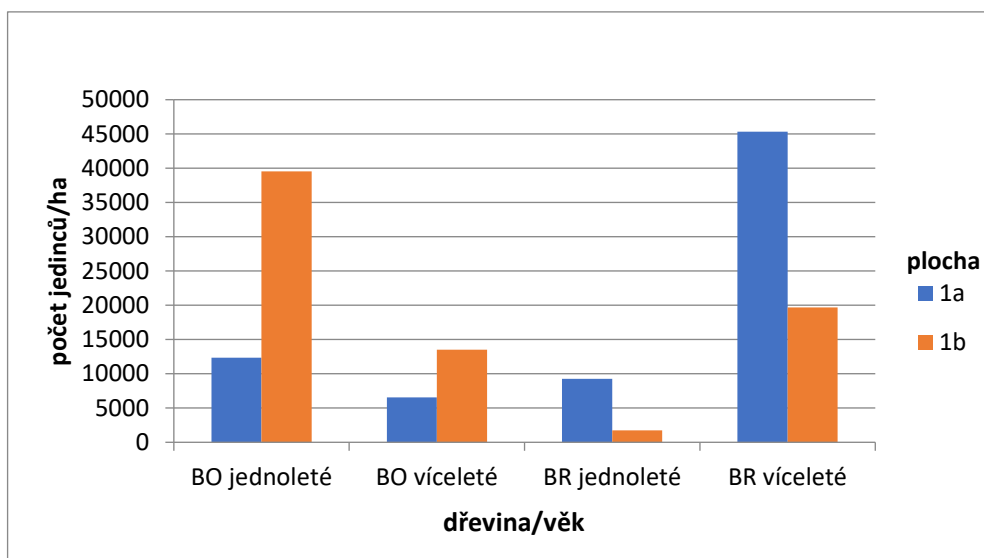
Bříza se na vrchu brázdy vyskytuje v rámci stovek jedinců na hektar. Na dně brázdy je však patrný mírný nárůst jedinců, a to konkrétně na ploše 2a, kde počet březových semenáčků je téměř  $10\,000\text{ ks ha}^{-1}$ . Na ploše 3a počet jedinců na hektar dokonce přesahuje hranici  $15\,000\text{ ks ha}^{-1}$ .



**Graf 2: celkové počty jednoletých semenáčků na jednotlivých plochách na konci vegetačního období**

V Grafu 2 je znázorněno porovnání jednoletých semenáčků na všech jednotlivých plochách. Z grafu vyplývá, že největší zastoupení borových semenáčků je na ploše 2b, kde přesahuje počet 70 000 ks ha<sup>-1</sup>. Za plochou 2b jsou hned 2 plochy, konkrétně 2a a 3a s četností borových semenáčků kolem 55 000 ks ha<sup>-1</sup>. Nejméně jedinců na hektar se nachází na ploše 1a, tedy na nenaorané ploše. Zde je počet jedinců pouze lehce přes 10 000 ks ha<sup>-1</sup>. Na druhé nenaorané ploše 1b, je počet jedinců podobný jako na ploše 3b, tedy kolem 40 000 ks ha<sup>-1</sup>.

Bříza oproti borovici nedosahuje na jednotlivých plochách takové četnosti. Nicméně největší zastoupení má na ploše 3a, kde přesahuje hranici 16 000 ks ha<sup>-1</sup>. Následují plochy 1a a 2a. Na nich je četnost jednoletých semenáčků břízy okolo 10 000 ks ha<sup>-1</sup>. Nejmenší zastoupení má bříza na plochách 1b a 3b. Na nich je bříza pouze ve stovkách ks ha<sup>-1</sup>.



**Graf 3: počty jedinců na nenaoraných plochách na konci vegetačního období**

V Grafu 3 jsou uvedeny počty jedinců pouze na nenaoraných plochách, tedy 1a a 1b. Z něj je patrné největší zastoupení víceleté břízy na ploše 1a, kde dosahuje počet 45 000 ks ha<sup>-1</sup>. Je vidět rozdíl téměř 20 000 ks ha<sup>-1</sup> oproti ploše 1b.

Nejvíce jednoletých semenáčků borovice je na ploše 1b, s počtem téměř 40 000 ks ha<sup>-1</sup>. Zde je taktéž vidět veliký rozdíl mezi plochami. V případě jednoletých semenáčků je rozdíl téměř 25 000 ks ha<sup>-1</sup>.

Počty víceleté borovice jsou na obou plochách, oproti jednoletým borovicím a víceletým břízám, podobné, na ploše 1a přesahuje 5 000 ks ha<sup>-1</sup> a na ploše 1b přesahuje 10 000 ks ha<sup>-1</sup>.

Jednoletých bříz je nejvíce na ploše 1a s počtem téměř 10 000 ks ha<sup>-1</sup> oproti ploše 1b, kde je počet jednoletých semenáčků břízy necelých 2 000 ks ha<sup>-1</sup>.

**Tab. 7: zastoupení dřevin na plochách 1a a 1b**

plocha/dřevina + věk (%)	BO jednoleté	BO víceleté	BR jednoleté	BR víceleté
1a	17	9	13	62
1b	63	13	3	22

V Tab. 7 je uvedeno procentuální zastoupení borovice a břízy na nenaoraných plochách 1a a 1b, které jsou pod zbývajícím odtěženým porostem se sníženým zakmeněním. Zastoupení



je na konci vegetačního období, tedy v listopadu. Na ploše 1a je největší zastoupení víceleté břízy s 62 %. Tu následuje se 17 % jednoletá borovice a jednoletá bříza s 13 %. Na ploše 1a je nejméně zastoupena víceletá borovice s 9 %.

Plocha 1b je rozdílná od plochy 1a. Zde jsou nejvíce zastoupeny jednoleté semenáčky borovice s 63 %. Poté je až víceletá bříza s 22 % a víceleté borovice s 13 %. Na této ploše je nejméně zastoupena jednoletá bříza s 3 %.

**Tab. 8: zastoupení dřevin na dně a na vrchu brázdy na plochách 2a, 2b, 3a a 3b**

Zastoupení Plocha/dřevina	Vrch brázdy		Dno brázdy	
	BO	BR	BO	BR
2a	93	7	82	18
3a	91	9	73	27
2b	99	1	95	5
3b	97	3	99	1

Zastoupení na naoraných plochách na vrchu i na dně brázdy jsou uvedeny v Tab. 8. Na všech plochách, a to jak na vrch, tak na dně brázdy vždy dominují semenáčky borovice. Až na 2 případy je zastoupení borovice více jak 90 %. Konkrétně na ploše 2a je na vrchu brázdy borovice zastoupena 93 % a bříza 7 %. Na dně brázdy je bříza zastoupena trochu více, 18 %, borovice má pak zastoupení 82 %. Na vrchu brázdy plochy 3a je borovice zastoupena 91 % a bříza 9 %. Na dně brázdy je opět bříza zastoupena více s 27 % a borovice zbývajícím 73 procenty. Na ploše 2b jsou semenáčky borovice už dominující. Na vrchu brázdy má borovice zastoupení 99 % a bříza pouze 1 %. Na dně brázdy je borovice zastoupena 95 % a bříza 5 %. Plocha 3b vykazuje zastoupení borovice na vrchu brázdy 97 % a bříza 3 %. Na dně brázdy je pak zastoupení borovice 99 % a bříza opět pouze 1 %.

**Tab. 9: průměrné výšky (zaokrouhлено na celé cm) na nenaoraných plochách**

Dřevina věk/plocha	+	1a	1b
BO jednoleté		4	2
BR jednoleté		5	8
BO víceleté		6	4
BR víceleté		7	10

V Tab. 9 jsou uvedeny průměrné výšky jednoletých i víceletých borovic a bříz. Nejvyšších hodnot dosahují na těchto plochách víceleté břízy, které mají na ploše 1a průměrnou výšku 7 cm a na ploše 1b jsou vyšší s hodnotou 10 cm. Víceleté borovice mají na ploše 1a průměrnou výšku 6 cm a na ploše 1b 4 cm. Jednoleté semenáčky borovice mají na ploše 1a průměrnou výšku 4 cm a na ploše 1b jen 2 cm. Břízy mají průměrnou výšku 5 cm na ploše 1a a 8 cm na ploše 1b.

**Tab. 10: průměrné výšky (zaokrouhлено na celé cm) na naoraných plochách**

Dřevina/plocha	2a	3a	2b	3b	průměr
BO vrch	3	2	3	2	3
BR vrch	8	4	8	0	5
BO dno	3	3	2	2	3
BR dno	5	4	7	8	6

Tab. 10 obsahuje průměrné výšky na naoraných plochách. Nejvyšší jedinci jsou jako u ploch 1a a 1b břízy s maximální výškou 8 cm. Této výšky dosahují 3 plochy, a to 2a na vrchu brázdy, 2b na vrchu brázdy a 3b na dně brázdy. Další průměrné výšky břízy jsou 4 cm na ploše 3a na vrchu brázdy, 5 cm na ploše 2a na dně brázdy, 4 cm na dně brázdy na ploše 3a a 7 cm na dně brázdy na ploše 2b. Na vrchu brázdy plochy 3b nebyl zaznamenán ani jeden zástupce břízy, proto je průměr v tabulce X 0 cm. Průměrná výška na vrchu brázdy je po přepočtu 5 cm a dně brázdy 6 cm.

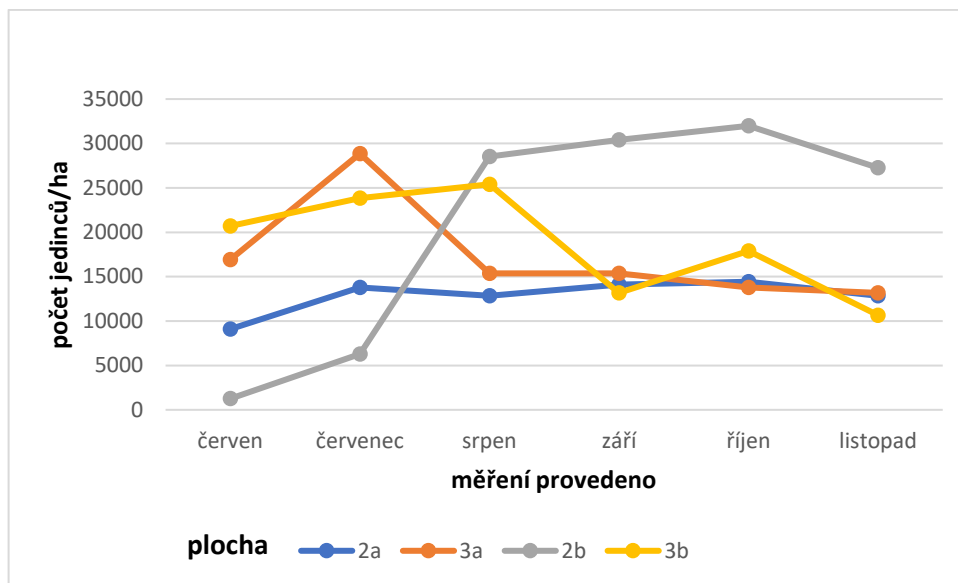
Jednoleté semenáčky borovice nedosahují takových výšek jako břízy. Konkrétně na vrchu brázdy je jejich průměrná výška 3 cm. Na ploše 2a je průměrná výška 3 cm, na ploše 3a 2 cm, na ploše 2b 3 cm a na ploše 3b taktéž 2 cm. Na dně brázdy mají semenáčky borovice průměrnou výšku 3 cm. Na plochách 2a a 3a je jejich průměrná výška 3 cm, na plochách 2b a 3b je potom 2 cm.

**Tab. 11: Průměrné výšky ze všech ploch (zaokrouhлено na cm)**

dřevina + věk	průměrná výška (cm)
BO jednoleté	3
BR jednoleté	6
BO víceleté	5
BR víceleté	8

V Tab.11 jsou znázorněny průměrné výšky ze všech ploch za dřeviny. Jednoleté borovice mají na všech plochách průměrnou výšku 3 cm, jednoleté břízy 6 cm, víceleté borovice 5 cm a víceleté břízy 8 cm.

#### 5.4 Dynamika přirozené obnovy



**Graf 4: Časová osa vrch brázdy - borovice lesní**

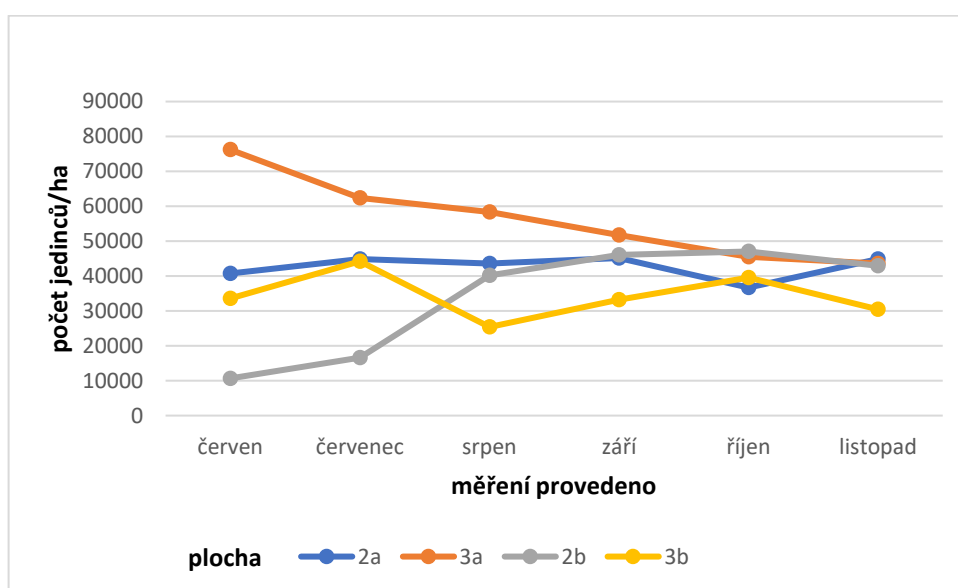
Vývoj semenáčků lesních na vrchu brázdy je mezi jednotlivými plochami různý dle Grafu 4. Na ploše 2a jsou počty semenáčků v průběhu roku téměř totožné. V červnu byl počet semenáčků na hektar  $9094 \text{ ks ha}^{-1}$  a v průběhu roku mírně narůstal a pohyboval se okolo  $13\ 000 - 14\ 000 \text{ ks ha}^{-1}$  až do listopadu s konečným počtem  $12\ 856 \text{ ks ha}^{-1}$ . Nejvyšší počet jedinců na této ploše byl v září ( $14\ 111 \text{ ks ha}^{-1}$ ) a říjnu ( $14\ 424 \text{ ks ha}^{-1}$ )

Na ploše 3a je vývoj rozdílný oproti ploše 2a. V červnu bylo naměřeno  $16\ 933 \text{ ks ha}^{-1}$ . V červenci byl zaznamenán nejvyšší počet, a to  $28\ 849 \text{ ks ha}^{-1}$ . Poté počty opět výrazně klesly. V srpnu byl počet  $15\ 365 \text{ ks ha}^{-1}$ . Ten samý počet byl i v září. Následně počty jedinců ještě klesali na  $13\ 797 \text{ ks ha}^{-1}$  v srpnu a na konečných  $13\ 170 \text{ ks ha}^{-1}$  v září.

Plocha 2b byla taktéž odlišná než předchozí dvě plochy. V červnu byl počet semenáčků nejnižší ze všech ploch, jen  $1\ 254 \text{ ks ha}^{-1}$ . Postupně však počty rostly. V červenci již bylo na ploše  $6\ 271 \text{ ks ha}^{-1}$ . Poté na ploše vyklíčilo velké množství borovic. V srpnu byl počet  $28\ 000 \text{ ks ha}^{-1}$ .

535 ks ha<sup>-1</sup>. V září počet dále mírně vyrostl na 30 416 ks ha<sup>-1</sup>. Nejvyšší počet semenáčků na hektar byl zaznamenán v říjnu, s celkovým počtem 31 984 ks ha<sup>-1</sup>. V listopadu počet mírně klesl na konečných 27 281 ks ha<sup>-1</sup>.

Na poslední ploše, tedy 3b, byl v červnu počet 20 696 ks ha<sup>-1</sup>. Poté počty mírně rostly. V červenci zde bylo 23831 a v srpnu 25 399 ks ha<sup>-1</sup>. Následně počet mírně klesl. V září byl počet jedinců hektar již jen 13 170 ks ha<sup>-1</sup>. V říjnu počet jedinců opět mírně narostl na 17 874 ks ha<sup>-1</sup>. V listopadu však opět klesl na celkových 10 661 ks ha<sup>-1</sup>.



**Graf 5: Časová osa dno brázd - borovice lesní**

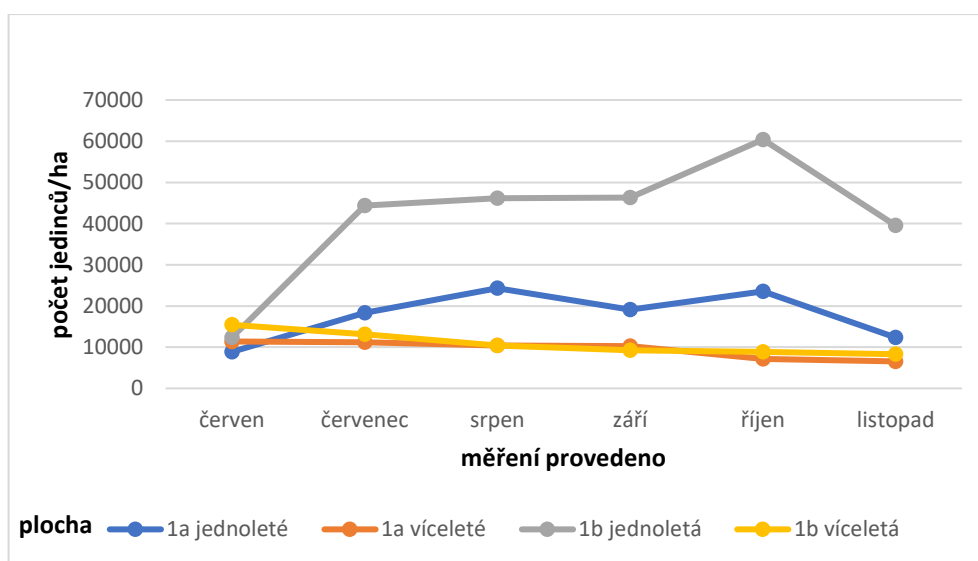
Na dně brázdy byl vývoj obdobný jako na vrchu brázdy, jak ukazuje Graf 5. Na ploše 2a byl v červnu počet 40 764 ks ha<sup>-1</sup>. V červenci počet mírně narostl na 44 841 ks ha<sup>-1</sup>. V srpnu naopak mírně klesl na 43 586 ks ha<sup>-1</sup>. V září opět mírně stoupl na 45 154 ks ha<sup>-1</sup>, kdy bylo na ploše nejvíc jedinců na hektar v průběhu celého roku. V říjnu počet opět klesl na 36 688 jedinců na hektar a v listopadu opět narostl na konečných 44 841 ks ha<sup>-1</sup>. Počet v průběhu roku kopíroval nepravidelnou sinusoidu, počet rostl, klesal, rostl, klesal.

Na ploše 3a byl trend počtu jedinců klesající v průběhu celého roku měření. Nejvyšší počet jedinců byl naměřen v červnu 76 198 ks ha<sup>-1</sup>. Poté stoupala mortalita jedinců, a tudíž počty začaly klesat. V červenci byl počet 62 401 ks ha<sup>-1</sup>, v srpnu 58 324 ks ha<sup>-1</sup>, v září

51 739 ks ha<sup>-1</sup>, v říjnu 45 468 ks ha<sup>-1</sup> a při posledním měření byl zaznamenán počet 43 586 ks ha<sup>-1</sup>.

Plocha 2b měla stejně jak na vrchu brázdy v měsíci červnu nejnižší počet jedinců ze všech ploch, konkrétně 10 661 ks ha<sup>-1</sup>. Postupně však začaly počty jedinců růst. V červenci již byl počet 16 619 ks ha<sup>-1</sup>, v srpnu potom 40 137 ks ha<sup>-1</sup>, v září 46 095 ks ha<sup>-1</sup> a nejvyšší počet byl naměřen v říjnu 47 036 ks ha<sup>-1</sup>. V listopadu mírně počet klesl na 42 959 ks ha<sup>-1</sup>.

Plocha 3b vykazuje trend sinusoidy. Nejprve z původního červnového počtu 33 552 ks ha<sup>-1</sup> počet vzrostl na 44 214 ks ha<sup>-1</sup> v červenci. V srpnu již počet opět klesl na 25 399 ks ha<sup>-1</sup>, což je nejnižší počet, který byl zaznamenán na této ploše. V září opět počet narostl na 33 239 ks ha<sup>-1</sup>. V říjnu počet znovu narostl na 39 510 ks ha<sup>-1</sup>. Na konci měření, v listopadu, byl počet znovu nižší, 30 416 ks ha<sup>-1</sup>.

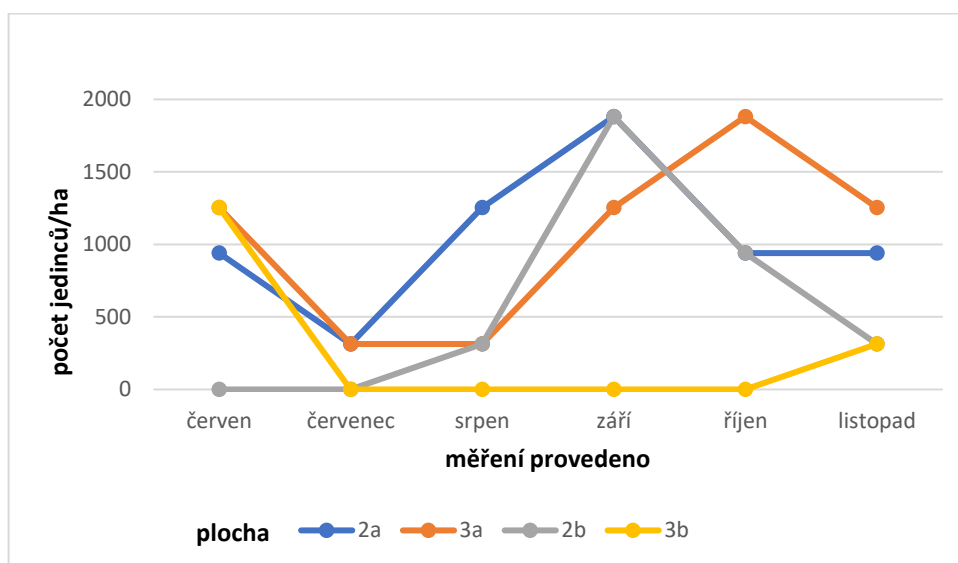


**Graf 6: Časová osa v porostu - borovice lesní**

V Grafu 6 je zaznamenán vývoj jednoletých a víceletých borovic pouze na plochách 1a a 1b, tedy na plochách nenaoraných se sníženým zakmeněním nahodilou těžbou. Zastoupení jednoletých borovic na ploše 1a bylo 8 876 ks ha<sup>-1</sup>. Do srpna počty mírně narůstali, v červenci byl počet 18 832 ks ha<sup>-1</sup> a v srpnu 24 314 ks ha<sup>-1</sup>. V srpnu počet kulminoval a v září počet mírně klesl na 19 104 ks ha<sup>-1</sup>. V říjnu opět počet jednoletých borovic vzrostl na

23 542 ks ha<sup>-1</sup>. Při posledním měření v listopadu byl počet 12 350 ks ha<sup>-1</sup>. Víceletých borovic bylo v červnu více než jednoletých, konkrétně 11 385 ks ha<sup>-1</sup>. Víceleté borovice však v průběhu roku mají klesající trend. V červenci byl počet 11 192 ks ha<sup>-1</sup> a počet dále klesal. V srpnu byl počet 10 420 ks ha<sup>-1</sup>, v září 10 227, v říjnu 7 140 ks ha<sup>-1</sup> a při posledním měření 6 561 ks ha<sup>-1</sup>.

Plocha 1b je ve vývoji v porovnání s plochou 1a velmi podobná, jednoletých borovic bylo ale na ploše zastoupeno několikrát více. Počet jednoletých borovic byl v červnu 12 350 ks ha<sup>-1</sup> a počet stejně jako u plochy 1a v následujících měsících rostl. V červenci již byl počet 44 382 ks ha<sup>-1</sup>, v srpnu 46 119 ks ha<sup>-1</sup> a v září 46 312 ks ha<sup>-1</sup>. Počet jedinců na ploše 1b kulminoval v říjnu, kdy byl naměřen počet 60 399 jedinců ha<sup>-1</sup>. V listopadu ale množství jedinců na hektar kleslo na konečných 39 558 ks ha<sup>-1</sup>.



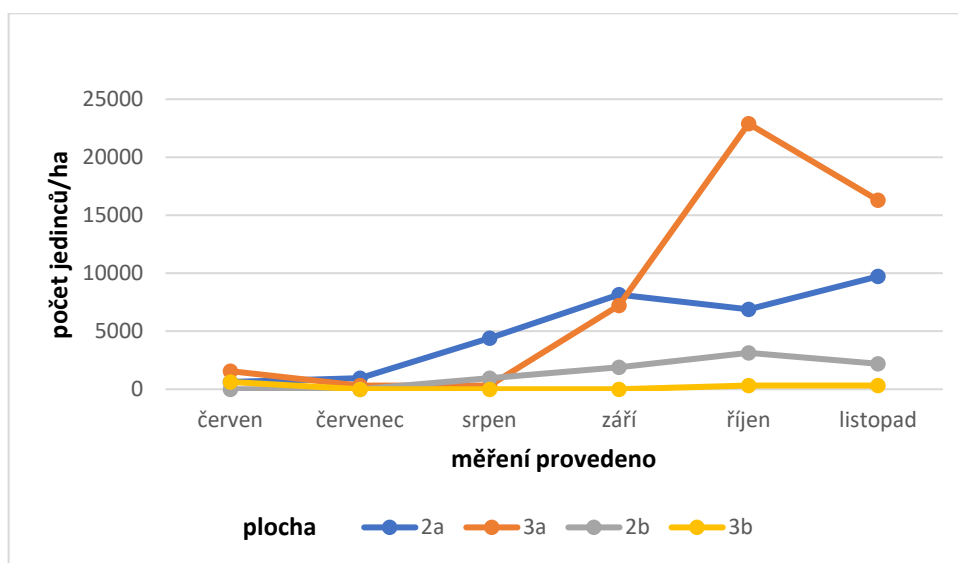
**Graf 7: časová osa vrch brázd - bříza bělokorá**

Vývoj počtu jedinců břízy na vrchu brázd na naoraných plochách 2a, 3a, 2b a 3b je znázorněn v Grafu 7. Na ploše 2a byl v červnu počet jednoletých bříz 941 jedinců ha<sup>-1</sup>. V červenci počet mírně klesl na 314 ks ha<sup>-1</sup>, ale poté začal pomalu růst. V srpnu již byl počet 1 254 ks ha<sup>-1</sup> a kulminoval v září, kdy bylo zaznamenáno 1 881 ks ha<sup>-1</sup>. V říjnu však počet jedinců opět klesl na 941 ks ha<sup>-1</sup>. Ten samý počet byl naměřen i v listopadu.

Na ploše 3a byl v červnu, oproti ploše 2a, vyšší s počtem 1 254 ks ha<sup>-1</sup>. Nicméně v červenci počet klesl na 314 ks ha<sup>-1</sup>. Stejný počet byl naměřen i v červenci. Nárůst přišel v srpnu, kdy počet vzrostl opět na 1 254 ks ha<sup>-1</sup> a svého maxima dosáhl v září s počtem 1 881 ks ha<sup>-1</sup>. Poté však počet začal klesat na listopadových 1 254 ks ha<sup>-1</sup>.

Plocha 2b v červnu ani v červenci nezaznamenala žádného jedince břízy. Změna přišla v srpnu s hodnotou 314 ks ha<sup>-1</sup>. V září počet ještě narostl a dosáhl nejvyššího počtu jedinců s hodnotou 1 881 jedinců ha<sup>-1</sup>. Poté však počet začal klesat na říjnových 914 ks ha<sup>-1</sup> a spadl až na počet 314 ks ha<sup>-1</sup> naměřených v listopadu. Plochy 2a, 3a i 3b měli totožnou maximální hodnotu počtu jedinců na hektar, 1 881 ks ha<sup>-1</sup>, a dokonce plocha 2a a 2b měli totožnou kulminaci jedinců ve stejném měsíci, v září.

Počet jedinců na ploše 3b byl však sporadický. V červnu byl naměřen počet 1 254 ks ha<sup>-1</sup>, následující měsíce však nebyl zaznamenán ani jeden semenáček. Změna přišla až v listopadu s hodnotou 314 ks ha<sup>-1</sup>.



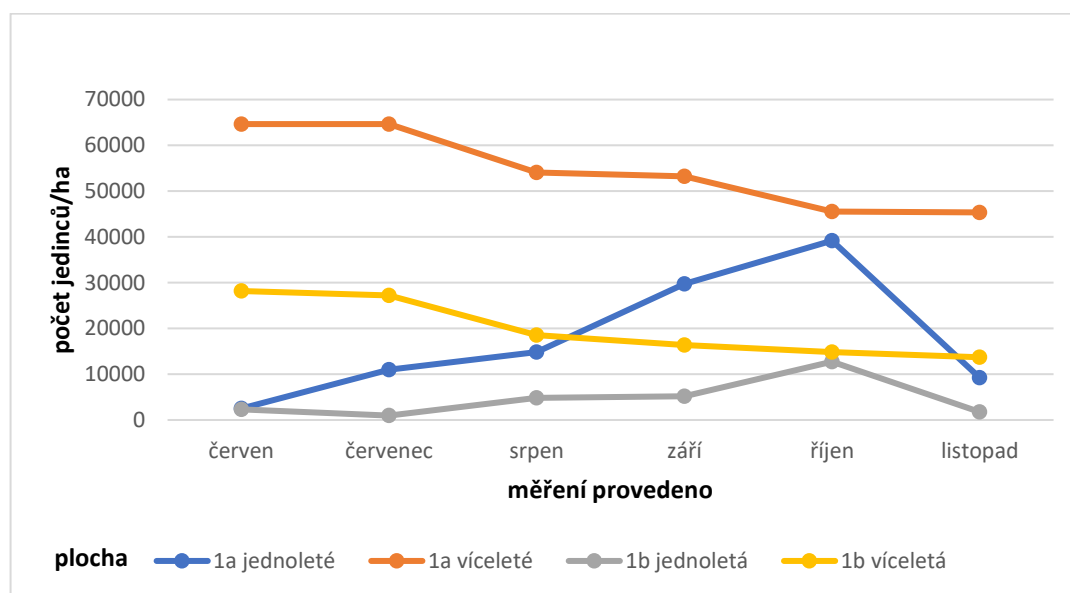
**Graf 8: Časová osa dno brázd - bříza bělokorá**

Na dně brázdy byl vývoj počtu jedinců jiný, než na vrchu brázdy, jak znázorňuje Graf 8. Na ploše 2a bylo zastoupení břízy v počtu 627 ks ha<sup>-1</sup>. Poté počet narůstal na červencových 941 ks ha<sup>-1</sup>, srpnových 4 390 ks ha<sup>-1</sup>. V září byl počet 8 153 ks ha<sup>-1</sup>. V říjnu mírně klesl na 6 899 ks ha<sup>-1</sup>. V listopadu byla četnost 9 721 ks ha<sup>-1</sup>, tedy dosáhl maxima počtu ks ha<sup>-1</sup>.

Na ploše 3a bylo v červnu zaznamenáno 1 568 ks ha<sup>-1</sup>. V červenci a srpnu počet klesl a počet jedinců na hektar byl 314 ks ha<sup>-1</sup>. V září počet vyrostl na 7 212 ks ha<sup>-1</sup> a kulminoval v říjnu s počtem 22 891 ks ha<sup>-1</sup>. Při posledním měření byl počet opět nižší, konkrétně 13 306 ks ha<sup>-1</sup>.

Plocha 2b v červnu ani v červenci nezaznamenala ani jednoho jedince břízy. Až v srpnu byl změřen počet 914 ks ha<sup>-1</sup>. Počet v září vyrostl na 1 881 ks ha<sup>-1</sup> a dosáhl maxima v říjnu s počtem 3 136 ks ha<sup>-1</sup>. V listopadu počet klesl na konečných 2 195 ks ha<sup>-1</sup>.

Plocha 3b vykazovala nejméně jedinců na dně brázdy. V červnu byl počet jedinců břízy nejvyšší, 627 ks ha<sup>-1</sup>. V červenci, srpnu ani září nebyla zjištěna přítomnost žádného jedince břízy na ploše. Až v říjnu byl počet 314 ks ha<sup>-1</sup>. Ten samý počet zde byl i v listopadu.



**Graf 9: Časová osa v porostu - bříza bělokorá**

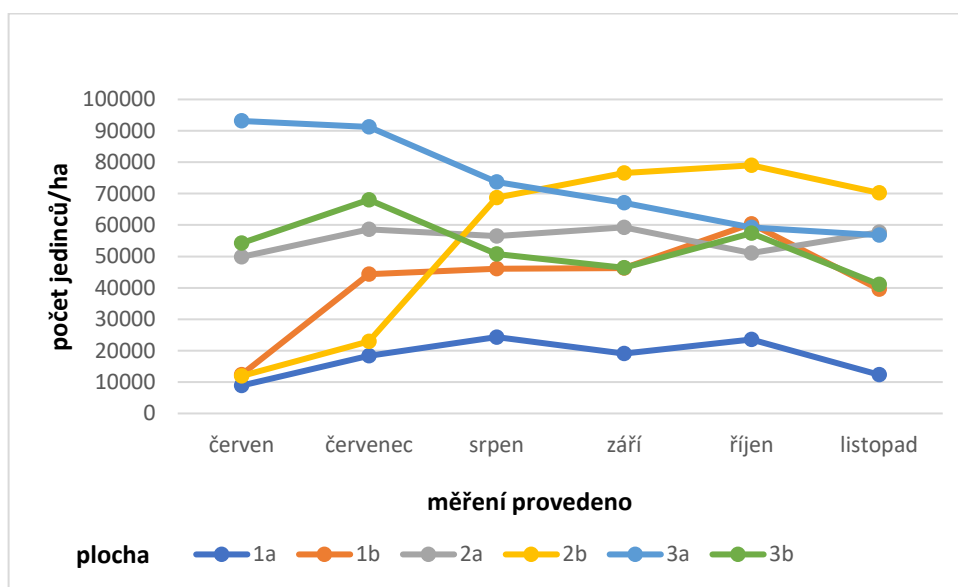
V Grafu 9 jsou znázorněny počty jedinců břízy bělokoré na ploše 1a a 1b. Vývoj jednoletých i víceletých bříz je velmi podobný. Počet jednoletých bříz v průběhu roku na obou plochách rostl a vždy až v listopadu výrazně klesl. Četnost jedinců na hektar byla však rozdílná. Konkrétně na ploše 1a byl počet v červnu 2 509 ks ha<sup>-1</sup>. V červenci počet vyrostl na 10 999 ks ha<sup>-1</sup>, v srpnu na 14 858 ks ha<sup>-1</sup>, v září 29 717 ks ha<sup>-1</sup> a kulminoval v říjnu s počtem 39 172 ks ha<sup>-1</sup>. V listopadu počet klesl na 9 262 ks ha<sup>-1</sup>.



Na ploše 1b bylo v červnu zaznamenáno 2 316 ks ha<sup>-1</sup>. V červenci četnost jedinců mírně klesla na 965 ks ha<sup>-1</sup>. Poté však počet začal růst na srpnových 4 824 ks ha<sup>-1</sup>. V září již byl počet 5 210 ks ha<sup>-1</sup> a maxima dosáhl v říjnu s počtem 12 736 ks ha<sup>-1</sup>. V listopadu však razantně klesl na 1 737 ks ha<sup>-1</sup>.

Co se týče víceletých bříz na plochách 1a a 1b, tak ty, jak z grafu vyplývá, vykazují klesající trend. Na ploše 1a byl v červnu zaznamenán počet 64 644 ks ha<sup>-1</sup>. Stejný počet byl naměřen i v červenci. Tento počet byl nejvyšší počet jedinců víceleté břízy na této ploše. V srpnu počet klesl na 54 031 ks ha<sup>-1</sup> a klesal dále na 53 259 ks ha<sup>-1</sup> v září, 45 540 ks ha<sup>-1</sup> v říjnu až na konečných ks ha<sup>-1</sup>.

Plocha 1b vykazuje podobnou křivku jako plocha 1a, ačkoliv počet jedinců je oproti ploše 1a výrazně nižší. V červnu bylo na ploše 1b zaznamenáno 28 173 ks ha<sup>-1</sup> víceleté břízy na hektar. Již v červenci počet mírně klesl na 27208 ks ha<sup>-1</sup>. Klesal dál na 18 525 ks ha<sup>-1</sup> v srpnu, 16 402 ks ha<sup>-1</sup> v září, 14 858 v říjnu a v listopadu byl počet víceletých bříz na hektar nejnižší s počtem 13 701 ks ha<sup>-1</sup>.



**Graf 10: Vývoj jednoletých semenáčků na všech plochách**

V Grafu 10 je zaznamenána četnost jednoletých semenáčků borovice na jednotlivých plochách bez ohledu na vrch nebo dno brázdy. Hodnoty vrchu a dna brázdy byly sečteny a jsou zde vykazovány jako za plochu. Nejmenší četnost na hektar mají jednoleté semenáčky

na ploše 1a. V červnu bylo naměřeno 8876 ks ha<sup>-1</sup>. V červenci počet narostl na 18332 ks ha<sup>-1</sup> a v srpnu 24 314 ks ha<sup>-1</sup>. Poté byl na ploše zaznamenán mírný pokles na 19104 ks ha<sup>-1</sup> v září. V říjnu však počet opět stoupl na 23 542 ks ha<sup>-1</sup>. Na konci vegetačního období bylo zaznamenáno 12 350 ks ha<sup>-1</sup>.

Na ploše 1b byl v červnu počet jednoletých borovice 12 350 ks ha<sup>-1</sup>. V červenci počet narostl na 44 382 ks ha<sup>-1</sup>, v srpnu na 46 119 ks ha<sup>-1</sup> a v září na 46 312 ks ha<sup>-1</sup>. Kulminoval v říjnu s počtem 60 399 ks ha<sup>-1</sup>. V listopadu byl však, stejně jako na ploše 1a, zaznamenán pokles jedinců na konečných 39 558 ks ha<sup>-1</sup>.

Plocha 2a vykazovala v červnu četnost 49 858 ks ha<sup>-1</sup>. V červenci byl přírůst jedinců na 58 638 ks ha<sup>-1</sup> a v srpnu zase pokles na 56 443 ks ha<sup>-1</sup>. V září opět nárůst na 59 265 ks ha<sup>-1</sup> a v říjnu opět pokles na 51 112 ks ha<sup>-1</sup>. Při posledním měření byl počet 57 697 ks ha<sup>-1</sup>.

Četnost jednoletých semenáčků borovice na ploše 2b byla v červnu 11 916 ks ha<sup>-1</sup>. V červenci byl již zaznamenán přírůst 22 891 ks ha<sup>-1</sup>. Počet rostl i v srpnu 68 672 ks ha<sup>-1</sup> a i v září na 76 512 ks ha<sup>-1</sup>. Vrcholu počet jedinců na hektar dosáhl v říjnu s hodnotou 79 020 ks ha<sup>-1</sup>. V listopadu byl zaznamenán pokles jedinců na hektar na konečných 70 240 ks ha<sup>-1</sup>.

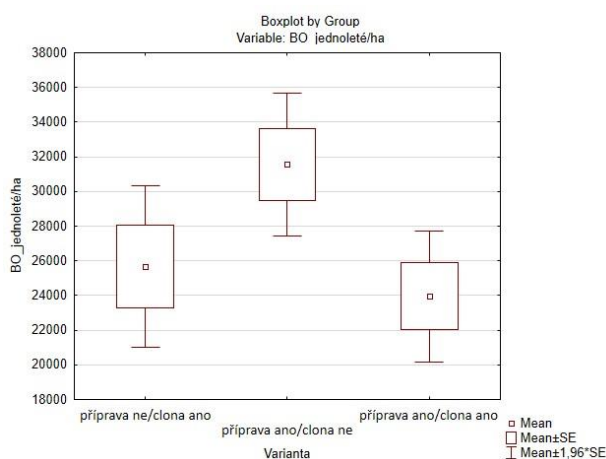
Na ploše 3a bylo v červnu nejvyšší zastoupení borových semenáčků ze všech ploch, a to s hodnotou 93 131 ks ha<sup>-1</sup>. Počty však na této ploše klesali na červencových 91 249 ks ha<sup>-1</sup>, srpnových 73 689 ks ha<sup>-1</sup>, zářijových 67 104 ks ha<sup>-1</sup>, říjnových 59 265 ks ha<sup>-1</sup> až na konečných listopadových 56 756 ks ha<sup>-1</sup>. Na této ploše je patrný klesající trend v průběhu celého roku.

Počet jedinců na hektar na ploše 3b byl v červnu 54 248 ks ha<sup>-1</sup>. V červenci vzrostl na 68 045 ks ha<sup>-1</sup>. V srpnu klesl na 50 799 ks ha<sup>-1</sup> a klesl i září na 46 409 ks ha<sup>-1</sup>. V říjnu byl však zaznamenán přírůst na 57 384 ks ha<sup>-1</sup>. V listopadu je však patrný pokles jedinců na konečných 41 078 ks ha<sup>-1</sup>.

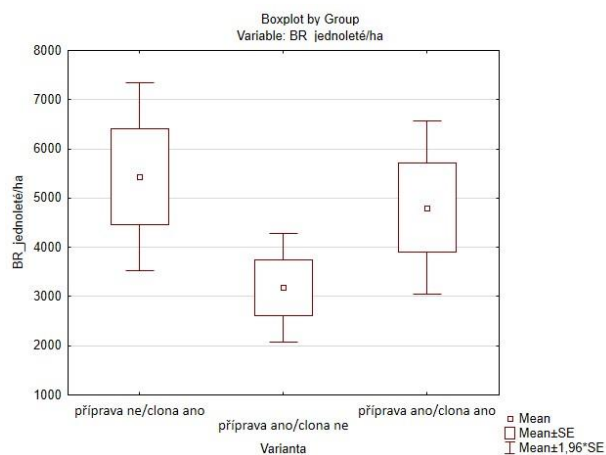
Nejstabilnější, co se počtu jednoletých borovic týče, je plocha 1a. Ta nevykazuje žádné velké skoky počtu jedinců a drží se v průběhu celého roku mezi 10 000-20 000 ks ha<sup>-1</sup>. Největší rozdíl je patrný na ploše 2b, kdy byl v červnu naměřen téměř nejnižší počet jedinců na hektar, ovšem na konci, v listopadu, byl ze všech ploch nejvyšší. Plocha 3a vykazuje v průběhu roku klesající trend. V červnu měla nejvyšší zastoupení jednoletých semenáčků, přes 90 000 ks ha<sup>-1</sup>, který však spadl až na listopadových 56 756 ks ha<sup>-1</sup>.

## 5.5 Vliv přípravy půdy a clony mateřského porostu na celkové počty jednoletých semenáčků hlavních druhů dřevin na konci vegetačního období

Z porovnání mezi jednotlivými variantami přípravy půdy a clony mateřského porostu (a jejich kombinací) vyplývá pro jednoleté borové semenáčky preference pro plochy, které byly naorány a jsou navíc bez clony mateřského porostu. Rozdíly byly signifikantní ( $H_{(1170)} = 12,976$ ;  $p = 0,015$ ), *post hoc* test potvrdil statisticky významný rozdíl mezi variantou příprava ano/clona ne a zbývajícími dvěma variantami (Obr. 9). V případě jednoletých březových semenáčků signifikantní rozdíl mezi variantami potvrzen nebyl ( $H_{(1170)} = 1,924$ ;  $p = 0,382$ ) (Obr. 10).

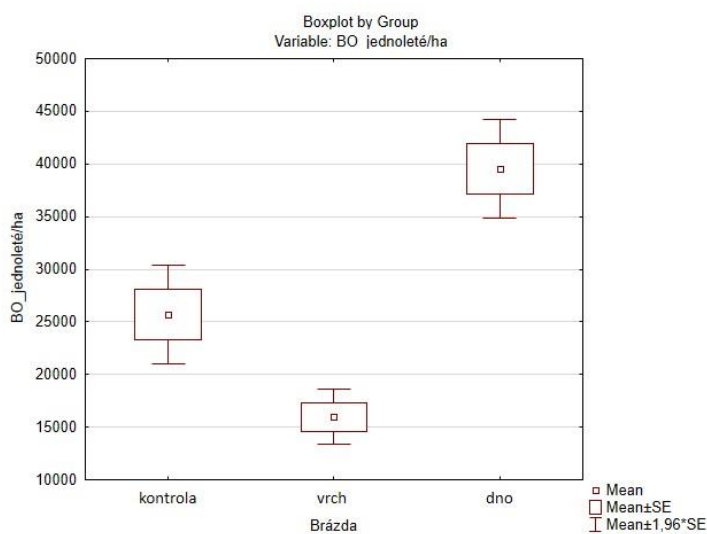


**Obr. 9: Porovnání počtů jednoletých borovic pro různé kombinace přípravy půdy a clony mateřského porostu.**

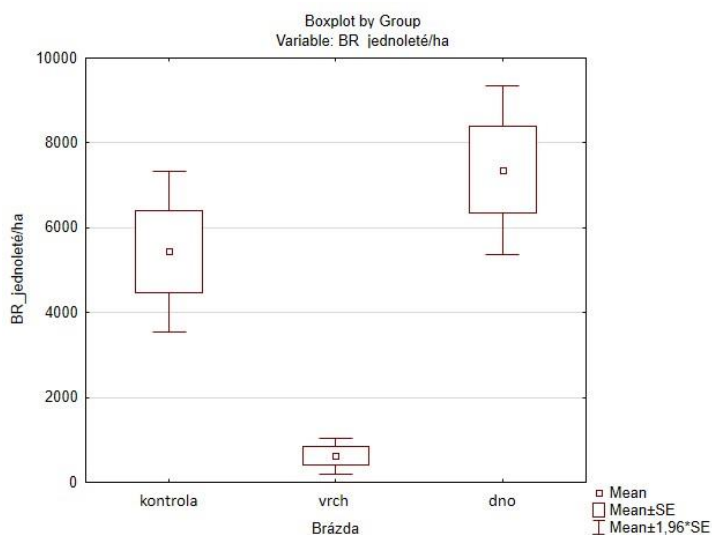


**Obr. 10: Porovnání počtů jednoletých bříz pro různé kombinace přípravy půdy a clony mateřského porostu.**

Z porovnání mezi jednotlivými typy mikrostanoviště vyplývá pro jednoleté borové semenáčky preference pro dno brázdy. Rozdíly byly signifikantní ( $H_{(1170)} = 73,750$ ;  $p = 0,000$ ), z následného porovnání vyplývá, že rozdíly nebyly významný pouze mezi kontrolou a vrchem brázdy (Obr.11). Signifikantní rozdíl byl potvrzen i mezi jednoletými březovými semenáčky ( $H_{(1170)} = 46,488$ ;  $p = 0,000$ ), a to mezi vrchem a dnem brázdy (Obr. 12).



**Obr.11: Porovnání počtů jednoletých borovic pro různé typy mikrostanoviště.**



**Obr. 12: Porovnání počtů jednoletých bříz pro různé typy mikrostanoviště.**

## 6 Diskuze

Předložená práce dokládá, že příprava půdy může výrazně ovlivnit počty jedinců přirozené obnovy. První rok po přípravě půdy tak byla konkurence zejména dvouděložných rostlin významně snížena. Pozitivní účinky přípravy půdy byly prezentovány v mnoha dalších studiích (Béland a kol. 2000, Nilsson a kol. 2002, Karlsson a Nilsson 2005). Většina těchto prací byla zaměřena na výzkum přirozeného zmlazení pod porostem. Přirozené zmlazení pod zástinem mateřského porostu, ve kterém bylo sníženo zakmenění, a v rozvolněném porostu má vhodnější podmínky pro nálet semen a jejich schopnosti klíčit, publikuje např. Ulbrichová et al. (2018), Kolesárová (2018), Pavlík (2018), Kratochvílová (2018) či Brichta et al. (2020). Průměrné počty přirozeného zmlazení pod zástinem mateřského porostu dosahují množství takřka 20 000 ks ha<sup>-1</sup>.

Výsledky tohoto výzkumu dokazují, že největší hustota semenáčků borovice se nachází na dně brázd, a to na všech zkusných plochách. Kdy počty jedinců borovice lesní přesahují 40 000 ks ha<sup>-1</sup> na třech zkusných plochách, na jedné tento počet převyšuje 30 000 ks ha<sup>-1</sup>

Nejvíce podobnou metodiku měření a zároveň také výsledky, ve své práci zmiňuje také Myška (2018). Průměrné počty jedinců v jeho studii dosahovaly 375 000 ks ha<sup>-1</sup>. Studie byla prováděna v PLO Polabí ve výše položeném HS 23. Výsledky tohoto autora tak spolu s výsledky této bakalářské práce potvrzují vhodnost provádění holosečného způsobu obnovy lesních porostů v níže položených oblastech České republiky, konkrétně pak v podmínkách HS 13 a 23. Mechanická příprava půdy, která byla na zkusných plochách před samotným vytyčením zkusných ploch provedena, evidentně podpořila přirozené zmlazení. Výsledky měření taktéž potvrdily efektivní vliv mikrostaniště. Plocha byla naoráním a vytvořením brázd rozdělena část dna brázdy s příznivějšími podmínkami pro vyklíčení a růst semen, na část vrchu brázdy s méně příznivými podmínkami. Vrch brázd je více exponovaný, tudíž jsou zde podmínky pro růst a klíčení méně příznivé, tuto domněnku potvrdily výsledky této studie.

Ve Skandinávských zemích byly provedeny obdobné studie na téma přirozené obnovy borovice lesní v prostředí holé seče, ale také pod krytem mateřského porostu. Béland et al. (2000) uvádí hustotu semenáčků na holině v počtech 3 700 ks ha<sup>-1</sup>, pod ponechaným mateřským porostem pak dokonce 53 000 ks ha<sup>-1</sup>. Další výzkum podobného typu provedl Hallikainen et al. (2019), který uvádí 22 000 ks ha<sup>-1</sup> semenáčků na holé seči. Hytönen et al.

(2019) konstatuje 4 552 ks ha<sup>-1</sup>. Saurasunet et. al. (2018) zkoumal přirozenou obnovu borovice lesní na holé seči se zastoupením břízy, počty semenáčků zde dosahují 10 991 ks ha<sup>-1</sup>.

Významný vliv na vzcházení semenáčků a celoplošné přípravy půdy též popsali a prokázali v měřeních rovněž Ackzell (1993) a Hytönen et al. (2019), kteří zhodnotili vztah mezi počtem přirozeného zmlazení na ploše s celoplošnou přípravou půdy. Jejich měření taktéž ukazuje vyšší počet jedinců z přirozené obnovy na dně brázdy. S tímto zjištěním tato bakalářská práce koresponduje.

Celoplošnou přípravou půdy byla potlačena prvotní konkurence ostatní vegetace na ploše. V závislosti na době provedení celoplošné přípravy půdy bude též narůstat konkurenceschopnost bylin vůči semenáčkům borovice lesní. Ulbrichová et al. (2017) uvádí, že v podmínkách HS 13 není významná konkurence přizemní vegetace do pěti let od vytěžení porostu.

Na zkusných plochách převážně pod ponechaným mateřským porostem, bylo při měření zaznamenáno poškození okusem zvěří. Problematiku poškození porostů zvěří zmiňuje i Sloup (2007). Poškození okusem zvěří lze odůvodnit vyššími stavy dančí a srnčí zvěře, která dle majitele, rovněž uživatele honitby a taktéž odborného lesního hospodáře nekoresponduje s minimálními ani normovanými stavy. Počty dančí zvěře jsou zde několikanásobně překročeny. Každoročně je v těchto honitbách navyšován plán lovu, avšak stále nedochází k úměrnému snižování početních stavů této zvěře. Vyšší početní stavy této zvěře se nachází také v okolních honitbách, přirozeně se tak snižuje úživnost honitby. Nárovec (2000) zmiňuje, že tyto dva druhy zvěře jsou největšími původci okusu terminálního pupenu. Je proto v zájmu nejen majitele pozemků ale i uživatele honitby, aby skutečné stavy této zvěře přizpůsobili normovaným, ideálně minimálním, stavům stanoveným vyhláškou č. 491/2002 sb.

## 7 Závěr

Celkově nejlepších výsledků z přirozené obnovy bylo dosaženo na plochách, kdy byla provedena příprava půdy naoráním, a to jednoznačně na dně brázd, kde počty jedinců borovice lesní přesahují 40 000 ks/ ha<sup>-1</sup> na třech zkusných plochách, na jedné se počet dostal pouze přes 30 000ks/ha. Na všech plochách, a to jak na vrch, tak na dně brázdy vždy dominují semenáčky borovice. V případě břízy nejsou počty jedinců tak vyrovnané, kolísají od 314 ks/ ha<sup>-1</sup> a až po 16 306 ks/ ha<sup>-1</sup>, avšak nicméně lze také říci, že největší zastoupení mají semenáčky na dně brázdy. Na nenaoraných zkusných plochách pod mateřským porostem mají největší početní zastoupení víceleté břízy s počtem 45 537 ks/ ha<sup>-1</sup>, které následují jednoleté borovice s počtem 39 558 ks/ ha<sup>-1</sup>. Počet jednoletých semenáčků borovice lesní na nenaoraných zkusných plochách je až na jednu plochu výrazně vyšší oproti ploše bez naorání. Z tohoto hlediska lze tedy přípravu půdy naoráním hodnotit velmi pozitivně. Časový vývoj semenáčků borovice lesní je mezi jednotlivými plochami různý a neregulární. Stejně tak je tomu i u břízy bělokoré. Ať se jedná o zastoupení na naoraných plochách nebo v porostu bez přípravy půdy. Byl potvrzen pozitivní vliv přípravy půdy na počty jedinců semenáčků borovice lesní.

Vyhláška MZe ČR č. 139/2004 Sb. stanovuje minimální počet jedinců borovice lesní na 9000 ks/ ha<sup>-1</sup> při obnově porostu. Počet jedinců borovice lesní ke konci vegetačního období neklesl pod tuto vyhláškou stanovenou hodnotu, tudíž lze konstatovat, že přirozená obnova borovicí lesní v přírodní lesní oblasti 17 – Polabí, soubor lesních typů IM je možná. Je však nutné brát v úvahu, že se jedná o iniciální počty obnovy po prvním vegetačním období. V započatém výzkumu je potřeba pokračovat a zaměřit se zejména na mortalitu přirozené obnovy pro jednotlivé varianty a na možnost uplatnění více semenných let zejména na plochách s přípravou půdy. Přesto provedený výzkum naznačuje, že by tento způsob hospodaření mohl být alternativou umělé obnově porostu.

## 8 Seznam literatury a použitých zdrojů

ACKZELL L.: *A comparison of planting, sowing and natural regeneration for Pinus sylvestris (L.) in boreal Sweden.* Forest Ecology and Management, 1993. 61 s. 229– 245

ALEXANDROWICZ-TRZCIŃSKA, M., DROZDOWSKI, S., BRZEZIECKI, B., RUTKOWSKA, P., JABŁOŃSKA, B.: *Effects of different methods of site preparation on natural regeneration of Pinus sylvestris in Eastern Poland.* Dendrobiology, 2013. 71, 73– 81

AMANN, G.: *Stromy a keře lesa: kapesní obrazová knížka jehlic a listů, květů, plodů a semen, větviček v zimním stavu a klíčnicích rostlinek nejpозoruhodnějších stromů a keřů středoevropského lesa s textovou částí o jejich stavbě a životě.*, 1997. 228 s. ISBN 80-901324-9-9

BÄBLER, H.: *Kiefern – Natur-verjüngung.* Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg und Landesforstandstalt Eberswalde, 2003. Berlin

BÉLAND M., AGESTAM E., EKÖ P.M., GEMMEL P., NILSSON U.: *Scarification and Seedfall affects Natural Regeneration of Scots Pine Under Two Shelterwood Densities and a Clear-cut in Southern Sweden.* Scandinavian Journal of Forest Research, 2000. 15, 247-255

BEZECNÝ, P., LIPOVSKÝ, I. a SUMARA, J.: *Pěstování lesů: učební text pro 3. a 4. ročník středních lesnických technických škol, studijní obor Lesnictví.* 1. vyd. Praha: SZN, 1981. 324, [2] s. Lesnictví, myslivost a vodní hosp. Lesnická knihovna. Knihovna lesního hospodáře. Učebnice; sv. 42

BÍLEK L., REMEŠ J., ŠVEC O., VACEK Z., ŠTÍCHA V., VACEK S., JAVŮREK P.: *Ekologicky orientované pěstování borových porostů v podmínkách nižších až středních poloh: certifikovaná metodika.* Strnady: 2017. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Lesnický průvodce

BRICHTA J., BÍLEK L., LINDA R., VÍTÁMVÁS J.: *Does shelterwood regeneration on natural Scots pine sites under changing environmental conditions represent a viable alternative to traditional clear-cut management?* Central European Forestry Journal, 2020. 66 s. 104–115



ČABART, J.: ed. *Naučný slovník lesnický*. 1. vyd. Praha: SZN, 1959-1960. 3 sv. Lesnická knihovna

ČERNÝ, M., PAŘEZ, J., MALÍK, Z.: *Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky* (smrk, borovice, buk, dub). Jílové u Prahy: IFER, 1996. 245 s

EŠNEROVÁ, J., KUNEŠ, I. a BALÁŠ, M.: *Určování dřevin pro lesní školkaře: [studijní materiál pro posluchače předmětu Pěstování lesa I a Biologické základy lesního hospodářství]*. Vyd. 1. Praha: Katedra pěstování lesů, Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014. 65 s., ISBN 978-80-213-2500-5

EREFUR, Ch., BERGSTEN, U., DE CHANTAL, M.: *Establishment of direct seeded seedlings of Norway spruce and Scots pine: Effect of stand conditions, orientation and distance with respect to shelter tree, and fertilisation*. *Forest ecology and Management*, 2008. 255, 1186- 1195

HALLIKAINEN V., HÖKKÄ H., HYPPÖNEN M., RAUTIO P., VALKONEN S. : *Natural regeneration after gap cutting in Scots pine stands in northern Finland*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2019. 34, 2 s. 115–125

HLÁSNÝ T.: *Jak může ovlivnit změna klimatu smrkové porosty v ČR*. Lesnická práce: Časopis pro lesnickou vědu a praxi. náměstí Smiřických 1, 281 63 Kostelec nad Černými lesy., 2012. 1/12, 91. ISSN 0322-9254

HYTÖNEN J., HÖKKÄ H., SAARINEN M.: *The Effect of Site Preparation on Seed Tree Regeneration of Drained Scots Pine Stands in Finland*. 2019, *Baltic Forestry*, 25, 1s. 132–140

CHANTAL, M. de, LEINONE, K., KUULUVAINEN, T., CESCATTI, A.: *Early response of Pinus sylvestris and Picea abies seedlings to an experimental canopy gap in boreal spruce forest*. *Forest Ecology and Management*, 2003. 176, 321–336. DOI: 10.1016/S0378-1127(02)00273-6

CHMELARĚ, J.: *Dendrologie s ekologií lesních dřevin. 1. část, Jehličnany*. 1. vyd. Praha: SPN, 1981. 91 s., [28] s. obr. příl.

KARLSSON M., NILSSON U.: *The effects of scarification and shelterwood treatments on naturally regenerated seedlings in southern Sweden*. Forest Ecology and Management, 2005. 205, 183-197

KNÍŽEK, M., LIŠKA J. a LORENC F.: Chřadnutí a odumírání borových porostů v Česku: Pro vlastníky, správce a přátele lesa. *Zpravodaj: Pro vlastníky, správce a přátele lesa*. 2020. (40), 4-5, ISSN 1211-9342

KOLESÁROVÁ S.: Diplomová práce: *Vliv mikrostanoviště na přirozenou obnovu borovice lesní pod clonou mateřského porostu*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská. 2018. 67 s.

KOLEKTIV AUTORŮ, 2015. *Lesní hospodářský plán LHC Nymburk*, kód LHC 104 000, platnost 01.01.2016 - 31.12.2025, Příroda, s.r.o.

KOŠULIČ, M.: *Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu*. 1. vyd. Brno: FSC Česká republika - Forest Stewardship Council, 2010. 449 s. ISBN 978-80-254-6434-2.

KORF, V.: *Taxace lesů. 2. část, Hospodářská úprava lesů*. 1. vyd. Praha: SZN, 1955. 363, [1] s. Lesnická knihovna. Velká ř.; Sv. 20

KOVÁŘ K., HRDINA, V., BUŠINA, F.: *Pěstování lesů*, Učební texty z předmětu. 2013. 194 s.

KUULUVAINEN, T., PUKKALA, T.: *Effect of Scots pine seed trees on the density of ground vegetation and tree seedlings*. Silva Fennica, 1989. 23, 159–167

KRATOCHVÍLOVÁ I.: Diplomová práce: *Vliv podmínek na růst přirozené obnovy borovice lesní pod porostem (Třeboňsko)*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská. 2018. 85 s.

KRIEGEL, H.: *Optimalizace zakládání porostů s borovicí, Optimalizace zakládání borových kultur*, Opočno, 1998. 5s

KRÜSSMANN, G.: *Evropské dřeviny: Příručka pro přátele přírody*. 1. vyd. Praha: SZN, 1978. 186, [4] s. Lesnictví, myslivost a vodní hosp.

LUBOJACKÝ J., LORENC F., LIŠKA J., KNÍŽEK M.: *Hlavní problémy v ochraně lesa v Česku v roce 2019 a prognóza na rok 2020. Škodliví činitelé v lesích Česka 2019/2020 – Krize zdravotního stavu borovice lesní*. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. 22. 10. 2020. Zpravodaj ochrany lesa, 2020. p. 16-21.77 s

MIKESKA, M. a kol.: *Lesnicko-typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, Časopis pro lesnickou vědu a praxi, 2008. 89, ISBN 978-80-87154-20-5.

- MIKESKA, M., VACEK S.: *Funkce lesa a trvale udržitelné hospodaření* 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, Časopis pro lesnickou vědu a praxi, 2010. 89. ISBN 978-80-87154-20-5
- MODLINGER, R., LIŠKA, J. a KNÍŽEK, M.: *Hmyzí škůdci našich lesů*. 1. Praha: MZe, 2015. ISBN 978-80-7434-206-6. ISSN 1211-7692
- MUSIL, I., HAMERNÍK, J.: *Lesnická dendrologie I. Jehličnaté dřeviny*, Praha: ČZU, 2003. ISBN 80-213-0992-X
- MYŠKA J.: Bakalářská práce: *Přirozená obnova borovice lesní na holé seči ve vztahu k mikrostaništním podmínkám*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská. 2018. 65 s.
- MYŠKA J.: Diplomová práce: *Vývoj přirozené obnovy borovice lesní na holé seči ve vztahu k porostním okrajům, světelným podmínkám a charakteru povrchu půdy*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, 2020. 91 s.
- NÁROVEC, V.: *Dicyklický růst výhonů u borovice a nápravná pěstební opatření v nejmladších kulturách*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2000. 31 s. ISBN 80-86386-07-4.
- NILSSON, U., GEMMEL, P., JOHANSSON, U., KARLSSON, M., WELANDER, T.: *Natural regeneration of Norway spruce, Scots pine and birch under Norway spruce shelterwoods of varying densities on a mesic-dry site in southern Sweden*. Forest Ecology and Management, 2002. 161, 133-145.
- NOVÁK, J. a SKALICKÝ, M.: *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. Čtvrté vydání. Praha: Powerprint, 2017. 344 s. ISBN 978-80-7568-036-5.
- PAVLÍK J.: Bakalářská práce: *Vliv staništních podmínek na růst přirozené obnovy Pinus sylvestris pod porostem (LS Hluboká nad Vltavou)*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská. 2018. 67 s.
- PEŠKOVÁ, V., SOUKUP, F. a KNÍŽEK, M.: *Biotičtí škodliví činitelé na borovici a sucho*. Lesnická práce: Časopis pro lesnicko - dřevařskou vědu a praxi. náměstí Smiřických 1, 281 63 Kostelec nad Černými lesy: náměstí Smiřických 1, 281 63 Kostelec nad Černými lesy, 2016. 95 (4), 1-8. ISSN 0322-9254.

PEŠKOVÁ, V. a SOUKUP, F.: *Odumírání borovice lesní v ČR v roce*. Lesnická práce: Časopis pro lesnickou vědu a praxi. náměstí Smiřických 1, 281 63 Kostelec nad Černými lesy: náměstí smiřických 1, 281 63 Kostelec nad Černými lesy, 2004. 204n. 1., 83 (8), 18-19. ISSN 0322-9254.

PEŠKOVÁ, V. a SOUKUP, F.: *Cenangium ferruginosum Fr. kornice borová. Lesnická práce: LOS VÚLHM*. nám. Smiřických 1, 281 63 Kostelec nad Černými lesy: nám. Smiřických 1, 281 63 Kostelec nad Černými lesy, 2011. (12), 1-4. ISSN 0322-9254.

POLENO, Z. a kol.: *Pěstování lesů. III., Praktické postupy pěstování lesů*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.

SAURSAUNET M., MATHISEN M. K., SKARPE CH.: *Effects of Increased Soil Scarification Intensity on Natural Regeneration of Scots Pine Pinus sylvestris L. and Birch Betula spp. L.*: 2018. Forests 9, 262.

SLODIČÁK, M., NOVÁK, J. a DUŠEK, D.: *Výchova porostů borovice lesní: certifikovaná metodika*. 1. vyd. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2013. 24 s. Certifikovaná metodika pro praxi. Lesnický průvodce, 5/2013. ISBN 978-80-7417-069-0.

SLODIČÁK, M. a NOVÁK, J.: *Výchova lesních porostů hlavních hospodářských dřevin*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2007. 46 s. Lesnický průvodce, 4/2007. ISBN 978-80-86461-89-2.

SLODIČÁK, M., KACÁLEK D., MAUER O., DUŠEK D., HOUŠKOVÁ K., JURÁSEK A., LEUGNER J., NOVÁK J., SOUČEK J., ŠPULÁK O., PODRÁZSKÝ V. a ZOUHAR V.: *Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin v CHS borového a smrkového hospodářství*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2017. 44 s. Lesnický průvodce, 7/2017. ISBN 978-80-7417-153-6.

SLOUP M.: *Škody zvěří na lesních porostech*. Lesnická práce: Časopis pro lesnickou vědu a praxi. náměstí Smiřických 1, 281 63 Kostelec nad Černými lesy: náměstí smiřických 1, 281 63 Kostelec nad Černými lesy, 2007. 204n. 1., 86, 17 s., ISSN 0322-9254.

SOUČEK, J., ŠPULÁK, O. a DUŠEK, D.: *Metodika přeměny a přestavby borových monokultur na stanovištích přirozených smíšených porostů = Guidelines for transformation of Scotch pine stands on sites naturally dominated by mixed forests: certifikovaná metodika*.

Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., 2018. 35 s., Certifikované metodiky pro praxi. Lesnický průvodce, 15/2018. ISBN 978-80-7417-180-2.

SVOBODA, P.: *Lesní dřeviny a jejich porosty. Část 1.* 1. vyd. Praha: SZN, 1953. 411, [1] s. Lesnická knihovna. Velká řada; Sv. 6.

ŠINDELÁŘ, J.: *Přirozená obnova borovice lesní.* Lesnická práce: Časopis pro lesnickou vědu a praxi. náměstí Smiřických 1,281 63 Kostelec nad Černými lesy: náměstí Smiřických 1,281 63 Kostelec nad Černými lesy, 2004. 83 (8), 8. ISSN 0322-9254.

ULBRICHOVÁ I., JANEČEK V., VÍTÁMVÁS J., ČERNÝ T., BÍLEK L.: *Clonná obnova borovice lesní (Pinus sylvestris L.) ve vztahu ke stanovištním a porostním podmínkám.* Zprávy lesnického výzkumu 63, 2018 (3): 153–164.

ULBRICHOVÁ I., BÍLEK L., REMEŠ J.: *Vliv zpracování těžebních zbytků na charakteristiky bylinného a keřového patra na přirozených borových stanovištích.* Zprávy lesnického výzkumu, 62, 2017 (3): 142–152

ÚRADNÍČEK, L., RIEDMILLER, A.: *Dřeviny České republiky: treaties and international agreements registered or filed and recorded with the Secretariat of the United Nations.* 2. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, 2009

ÚRADNÍČEK, L. et al.: *Dřeviny České republiky.* 2., přeprac. vyd. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 2009. 367 s., ISBN 978-80-87154-62-5.

VĚTVIČKA, V.: *Stromy a keře, mé životní lásky.* Vydání první. Praha: Aventinum, 2017. 484 s., ISBN 978-80-7442-093-1.

VICENA, I. Ing. Smolaření v lesích Šumavy Šumava [s. n.] 2000

## Internetové zdroje

Ministerstvo zemědělství: *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2019*, 2019 [online] [cit. 13. 10. 2020]. Dostupné z WWW <[http://eagri.cz/public/web/file/658587/Zprava\\_o\\_stavu\\_lesa\\_2019.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/658587/Zprava_o_stavu_lesa_2019.pdf)>.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, pobočka Hradec Králové, 06/2001, *Oblastní plán rozvoje lesů: Přírodní lesní oblast c 17 Polabí* [online] [cit.15.10.2020] dostupné z WWW <<http://www.uhul.cz/nase-cinnost/oblastni-plany-rozvoje-lesu/prirodni-lesni-oblasti-plo/175-prirodni-lesni-oblast-c-17-polabi>>.

Lesy ČR, LS Brandýs nad Labem, *charakteristika obhospodařovaného území* [online] 2020 [cit.25.10.2020] dostupné z WWW <<https://lsbrandys.lesy-cr.cz/charakteristika-obhospodarovaneho-uzemi/>>.

Česká republika, Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 83/1996 Sb., ze dne 18. března 1996, o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. In Sběrka zákonů České republiky. 2018, částka 28/1996, 5050 s.. [online] [cit. 10. 11. 2020]. Dostupné také z WWW: . <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1996-83>>.

Česká republika, Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 139/2004 Sb. ze dne 23.3.2004, kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. In Sběrka zákonů České republiky. 2004, částka 46/2004. [online] [cit. 10. 11. 2020]. Dostupné také z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-139>>.

Česká republika, Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 491/2002 Sb., ze dne 28.11.2002, Vyhláška o způsobu stanovení minimálních a normovaných stavů zvěře a o zařazování honiteb nebo jejich částí do jakostních tříd. In Sběrka zákonů české republiky 2002, částka 171/2002 [online] [cit. 27. 03. 2021]. Dostupné také z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-491>>.

EEA, Změna klimatu a voda – teplejší oceány, záplavy a sucha, 13.11.2018, [online] [cit. 17. 04. 2021]. Dostupné také z WWW: <<https://www.eea.europa.eu/cs/signaly/signaly-2018/clanky/zmena-klimatu-a-voda-2013>>.

Lesy ČR, Přemyslova 1106/19, Hradec Králové, *Borové lesy v Polabí usychají* [online] 2019 [cit.17.04.2021] dostupné z WWW: <<https://lesy-cr.cz/tiskova-zprava/borove-lesy-v-polabi-usychaji/>>