

Česká zemědělská univerzita v Praze  
Fakulta lesnická a dřevařská

Bakalářská práce

**2019**

**Zdeněk Havlíček**

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



Umělá obnova borovice v počátečním stádiu  
a vliv stanovištních podmínek

Bakalářská práce

Autor: Zdeněk Havlíček

Vedoucí práce: Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D.

2019

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zdeněk Havlíček

Lesnictví

Název práce

**Umělá obnova borovice v počátečním stadiu a vliv stanovištních podmínek (Jindřichohradecko)**

Název anglicky

**The initial phase of Scots pine artificial regeneration and site condions effect (J. Hradec area)**

---

### Cíle práce

Vyhodnotit mortalitu a vzcházení semenáčků borovice lesní v různých mikrostanovištních podmínkách. Stanovit kritické mikrostanovištní faktory ovlivňujících mortalitu a kvalitu semenáčků.

### Metodika

1. Získání základního přehledu na základě publikovaných informací k danému tématu.
2. Založení pokusných ploch pro vyhodnocení výsevu (dostatečný počet opakování) s různými mikrostanovištními podmínkami.
3. Vyhodnocení mortality, kvality semenáčků na konci vegetační sezóny a základních mikrostanovištních charakteristik.
4. Zpracování práce po formální stránce.

Harmonogram zpracování:

Březen 2016 – zadání BP.

Květen – říjen 2016 – nastudování odborné literatury k tématům týkajícím se ekologických nároků borovice, přirozené obnovy borovice, růstu nejmladších

věkových tříd borovice a vlivu klimatických faktorů a stresových faktorů na obnovu borovice.

Červen- říjen 2016 –Terénní měření na vybraných lokalitách.

Listopad – prosinec 2016 – statistické zpracování získaných dat.

Leden 2017 – odevzdání první verze textu BP.

Duben 2017 (do 10.4.) – odevzdání BP školiteli.

---

Oficiální dokument \* Česká zemědělská univerzita v Praze \* Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 - Suchbát

### **Doporučený**

### **rozsah práce**

35-45 str.

### **Klíčová slova**

*Pinus sylvestris*, umělá obnova, výsev, stanovištní faktory

---

**Doporučené zdroje informací** de Chantal M., Leinonen K., Kuuluvainen T., Cesca 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.

Luoma S. (1997): Geographical pattern in photosynthetic light response of *Pinus sylvestris* in Europe. *Functional Ecology*, 11(3): 273-281.

Nilsson U., Gemmel P., Johansson U., Karlsson M., Welander T. (2002): 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* 161: 133-145.

---

**Předběžný**

**termín**

**obhajoby**

2018/19 LS – FLD

**Vedoucí**

**práce**

Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D.

**Garantující**

**pracoviště**

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 6. 12. 2016

**prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 1. 2017

**prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 15. 04. 2019

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Umělá obnova borovice v počátečním stádiu a vliv stanovištních podmínek vypracoval samostatně pod vedením Ing. Ivy Ulbrichové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

## **Poděkování**

Děkuji Ing. Ivě Ulbrichové, Ph.D. za pomoc, rady a připomínky při zpracování bakalářské práce.

## **Abstrakt**

Tato práce je zaměřena na vyhodnocení mortality, a vzcházení semenáčků borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a určení mikrostanovištních faktorů, které tyto dva jevy ovlivňují.

V porostech na lesním majetku obce Jarošov nad Nežárkou ležícím v okrese Jindřichův Hradec byly v březnu 2016 založeny tři varianty zkusných ploch podle zápoje porostu – na holině, u porostní stěny a pod porostem. U každé varianty bylo vytyčeno 23 plošek o základní velikosti 1m<sup>2</sup>, na kterých byly provedeny dva typy přípravy půdy a pět druhů výsevů. Na zkusných plochách byl měřen úhrn srážek, průměrná denní teplota a vyhodnocována mortalita a vzcházení semenáčků za vegetační období.

Nejvyšší počty semenáčků byly zaznamenány u varianty zápoje na holině na plochách s přípravou půdy orbou. Největší mortalita byla u varianty zápoje pod porostem na plochách s přípravou půdy orbou.

**Klíčová slova:** *Pinus sylvestris*, umělá obnova, výsev, stanovištní faktory

## **Abstract**

This work is focused on the evaluation of mortality and the emergence of seedlings of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and the determination of microhabitat factors that affect these two phenomena.

In March 2016 three varieties of plots according to the difference of tree growth - on the clearing, at the stand wall and under the stand - were established in the forest property of Jarošov nad Nežárkou located in the Jindřichův Hradec district.

For each variant there were 23 flats of 1m<sup>2</sup> in size, on which two types of soil preparation and five types of sowing were carried out. Total number of precipitation, average daily temperature and mortality and seedling emergence during the growing season were measured in plots.



The highest numbers of seedlings were recorded in the areas on the clearing with the tillage preparation. The biggest mortality was in parts under the growth on the soil with the tillage preparation.

**Key words:** *Pinus sylvestris*, artificial renewal, sowing, habitat factors

## Obsah

1. Úvod.....	15
1. 1. Cíl práce.....	17
2. Literární rešerše .....	18
2. 1. Borovice lesní ( <i>Pinnus sylvestris</i> ).....	18
2. 1. 1. Charakteristika dřeviny.....	18
2. 1. 2. Využití .....	19
2. 1. 3. Areál rozšíření.....	19
2. 1. 4. Ekologické nároky .....	21
2. 1. 4. 1. Světlo .....	21
2. 1. 4. 2. Teplota .....	23
2. 1. 4. 3. Voda.....	24
2. 1. 4. 4. Půda a živiny .....	26
2. 2. Umělá obnova .....	29
2. 2. 1. Přenos a zdroje reprodukčního materiálu.....	29
2. 2. 2. Síje .....	30
2. 2. 3. Sadba.....	30
2. 2. 4. Prostokořenný sadební materiál.....	30
2. 2. 5. Krytokořenný sadební materiál.....	31
2. 3. Přirozená obnova .....	32
2. 3. 1. Využití.....	33
2. 3. 2. Podmínky pro založení přirozené obnovy .....	34
2. 4. Příprava půdy při obnově porostů .....	35
2. 4. 1. Chemická příprava půdy.....	35
2. 4. 2. Mechanická příprava půdy .....	35
2. 4. 3. Druhy přípravy půdy .....	36
2. 5. Negativní faktory ovlivňující počáteční fázi obnovy .....	37

2. 5. 1. Biotické.....	37
2. 5. 1. 1. Houby rodu <i>Alternaria</i> spp. <i>Cilindrocarpon</i> spp. <i>Verticillium</i> spp.....	38
2. 5. 1. 2. Plíseň šedá ( <i>Botrytis cinerea</i> ).....	38
2. 5. 1. 3. Rez sosnokrut ( <i>Melampsora populnea</i> ).....	39
2. 5. 1. 4. Sypavka borová ( <i>Lophodermium pinastri</i> ), Sypavka borovicová ( <i>Lophodermium seditiosum</i> ).....	39
2. 5. 1. 5. Klikoroh borový ( <i>Hylobius abietis</i> ) .....	40
2. 6. 2. Abiotické.....	41
3. Metodika.....	42
3.1. Charakteristika oblasti výzkumu .....	42
3. 2. Výběr zkusných ploch .....	44
3. 3. Semenný materiál .....	45
3. 4. Sběr dat.....	45
3. 4. Zpracování dat .....	46
4. Výsledky výzkumu.....	47
4.1. Klimatická charakteristika sezóny.....	47
4.2. Dynamika klíčení semenáčků.....	47
4.3. Mortalita vyklíčených semenáčků.....	55
5. Diskuse.....	57
5. 1. Dynamika klíčení semen .....	57
5. 2. Vliv zápoje porostu .....	58
5. 3. Vliv přípravy půdy.....	58
5. 4. Mortalita .....	59
6. Závěr .....	60
7. Seznam literatury .....	61
8. Přílohy .....	65

## **Seznam tabulek, obrázků a grafů**

Graf 1: Klimatická charakteristika průběhu vegetační sezóny

Graf č. 2 : Průměrný podíl vyklíčených semenáčků k danému datu na holině

Graf č. 3 : Průměrný podíl vyklíčených semenáčků k danému datu pod porostem

Graf č. 4: Průměrný podíl vyklíčených semenáčků k danému datu u porostní stěny

Graf č. 5: Podíl celkem vyklíčených semen při různém zápoji porostu

Graf č. 6: Podíl celkem vyklíčených semen na různých typech přípravy půdy

Graf č. 7: Mortalita vyklíčených semen při různém zápoji porostu

Graf č. 8: Mortalita vyklíčených semen na různých typech přípravy půdy

Obrázek č. 1 Areál rozšíření borovice lesní

Obrázek č. 2 Zkusné plochy pod porostem

Obrázek č. 3 Zkusné plochy na holině

Obrázek č. 4 Zkusné plochy u porostní stěny

Obrázek č. 5 Příprava půdy – půdní fréza

Obrázek č. 6 Příprava půdy – orba

Obrázek č. 7 Porostní mapa

Tabulka č. 1 Třídy obsahu živin v jehličí borovice – upraveno podle Hofmanna a Krause 1988 (Zahradník 2014)

Tabulka č. 2 : Minimální počty jedinců na jeden hektar při obnově lesa a zalesňování

Tabulka č. 3 : Popis klimatické oblasti MT3 podle Quitta (LHP 2016)

Tabulka č. 4 : Průměrný podíl vyklíčených semenáčků k danému datu na holině

Tabulka č. 5 : Průměrný podíl vyklíčených semenáčků k danému datu pod porostem

Tabulka č. 6: Průměrný podíl vyklíčených semenáčků k danému datu u porostní stěny

## **Seznam použitých zkratek a symbolů**

0C – hadcový bor

0G – podmáčený smrkový bor

0K – kyselý (dubový – bukový) bor

0M – chudý (dubový – bukový) bor

0N – bukosmrkový kamenitý bor

0O – svěží jedlodubový bor

0P – kyselý jedlodubový bor

0Q – chudý jedlodubový bor

0R – rašelinový bor

0T – chudý březový bor

0X – dealpinský bor

0Y – skeletový roklinový bor

0Z – Zakrslý reliktní bor

1M – borová doubrava

4I – uléhavá kyselá bučina

4K – kyselá bučina

4S – svěží bučina

5O – Svěží (buková) jedlina

5P – kyselá jedlina

ČSN – česká státní norma

FAR – fotosynteticky aktivní radiace

HS – hospodářský soubor

KBP – kontrola bez přípravy půdy

KF – kontrola půdní fréza

KO – kontrola orba

LH – lesní hospodářství

LHC – lesní hospodářský celek

LHP – lesní hospodářský plán

LT – lesní typ

OL – obecní lesy

PLO – přírodní lesní oblast

SLT – soubor lesních typů

ÚHÚL – ústav pro hospodářskou úpravu lesů

VBP – výsev bez přípravy půdy

VF – výsev půdní fréza

VO1 – výsev do brázdy

VO2 – výsev do skývy

## 1. Úvod

Borovice lesní je v plošném zastoupení v druhové skladbě lesa v ČR dřevinou s druhým nejvyšším zastoupením. V roce 2000 rostla borovice na 453 159 hektarech porostní půdy což odpovídá - 17,6%, v roce 2017 to bylo na 424 201 hektarech s procentuálním zastoupením 16,3% (ÚHUL 2017), což znamená pokles o 1,3%. Tento pokles je způsoben především snahou vlastníků a správců lesů zvyšovat zastoupení listnatých dřevin a jedle při obnově lesa, ale i vlivem sucha a biotických činitelů.

I přes tento klesající trend je borovice lesní po smrku ztepilém nejvýznamnější dřevinou v hospodářských lesích, kde plní produkční a mimoprodukční funkce.

V lesích na mimořádně nepříznivých stanovištích (prudké svahy, strže, nestabilizované náplavy a písky, rašeliniště apod.), tedy lesích ochranných má borovice nepostradatelnou úlohu v plnění především půdoochranné funkce (Lesní zákon 289/1995 §7).

Současné rozšíření borovice ve střední Evropě neodpovídá rozšíření původnímu, protože intenzivní zemědělská činnost a další lidské aktivity přeměnily ráz přirozených středoevropských lesů na velkých plochách, a to zejména v nižších polohách. Borovice se šířila již před počátkem cíleného obhospodařování a výsadeb lesních dřevin přirozeným náletem na plochy, kde byl les zničen. Mnohem více pak byla rozšířena (od konce 18. století) umělou obnovou, poněvadž borové porosty rostly rychleji než porosty jiných dřevin (Poleno, Vacek a kol. 2009). Rozšíření borovice je spíše než na klimatické stupňovitosti závislé na specifických půdních podmínkách borových společenstev. V nesmíšených porostech, popř. v dominantním postavení v porostech smíšených, se vyskytuje borovice především na písčích a skalních výchozech, což jsou přirozená borová stanoviště, případně na oglejených chudých stanovištích nižších a středních poloh. Díky nižším nárokům na vodu a živiny se borovice dobře přizpůsobuje rozmanitým stanovištním podmínkám (Slodičák, Novák, Dušek 2013).

Přestože je umělá obnova v mírném poklesu (ÚHUL 2017), v roce 2000 bylo obnoveno 21867 hektarů a v roce 2017 19973 hektarů, tak je stále dominující nad přirozenou obnovou porostů o 22%.

Přirozená obnova borovice se zvláště ve střední Evropě využívá zřídka. Ve větším rozsahu se uplatňuje ve skandinávských zemích, kde jsou vhodné podmínky, jak z hlediska ekologického, tak i systémů těžby a obnovy porostů pro uplatňování přirozené obnovy (Šindelář 2004). Většina borových porostů je soustředěna ve stanovištních podmínkách, na kterých se i do budoucna počítá s podstatným zastoupením borovice. Je žádoucí využít ve vhodných porostech přirozené obnovy ke zvýšení kvality a produkce budoucích borových porostů (Peřina 1969).

Míra úspěchu přirozené obnovy závisí na mnoha faktorech. Jedním z nich je bezesporu mechanická příprava půdy. K tomu, aby měla příprava půdy pozitivní vliv (zkvalitnění půdního prostředí a vodního režimu) na obnovu lesa, je nutné, aby vycházela z charakteru konkrétního stanoviště a byl zvolen vhodný mechanizační prostředek (Peřina 1969).



## 1. 1. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo vyhodnotit mortalitu a vzcházení semenáčků borovice lesní v různých mikrostanovištních podmínkách. Stanovit kritické mikrostanovištní faktory ovlivňující mortalitu a kvalitu semenáčků. Hlavním úkolem bylo posoudit průběh klíčení semen během vegetační sezóny, do jaké míry ovlivňuje zápoj porostu klíčení a růst semenáčků a zjistit jaký druh přípravy půdy je na daném stanovišti nejvhodnější pro úspěšnou obnovu. Zároveň vyhodnotit jaký druh zápoje, přípravy půdy a ekologických faktorů má vliv na mortalitu vyklíčených semenáčků. Navržení varianty obnovy borových porostů v dané lokalitě.

## 2. Literární rešerše

### 2. 1. Borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

#### 2.1.1. Charakteristika dřeviny

Vždyzelený strom z čeledi borovicovité dorůstající výšky až 40 m o výčetní tloušťce až 1 m. Na extrémních stanovištích může být i podstatně nižší – někdy dokonce jen keřovitého vzrůstu. Strom může dosáhnout věku až 300 let. Koruna je v severní a severovýchodní části areálu spíše štíhlá, s jemným ovětvením, v části střední a jižní přibývají a posléze i převažují jedinci s klenutou až deštníkovitou korunou se silnými větvemi. (Musil, Hamerník 2003)

Šedozeleně zbarvené jehlice, 3 - 8 cm dlouhé, rostou po dvou ve svazečcích na drobných brachyblastech. Jehlice opadávají po 2 - 3 letech. (Úřadníček a kol. 2009)

Kmen má přímý, větvený až v horní čtvrtině. Na extrémních stanovištích bývá často křivolaký. V dolní části je krytý silnou, rozpukanou borkou, v části horní se tenká borka odlupuje v papírovitých lístcích a je rezavě červená či oranžová. Hrubší borka bývá úzce šupinovitá, lasturovitá nebo široce deskovitá.

Kořenový systém je mohutný, většinou se zachovalým kúlovým kořenem, časté jsou i boční kořeny, obracející se posléze dolů. Horizontální kořeny rostou ve vrstvě do 20 cm pod půdním povrchem.

Borovice lesní netrpí vývraty, kořenový systém velmi dobře kotví nadzemní část.

K odkvětu dochází v měsíci květnu až počátkem června. Začátkem října druhého roku dospívá semeno a šišky dozrávají. K hlavnímu otevírání šišek však dochází až v předjaří třetího roku. (Musil, Hamerník 2003)

## 2. 1. 2. Využití

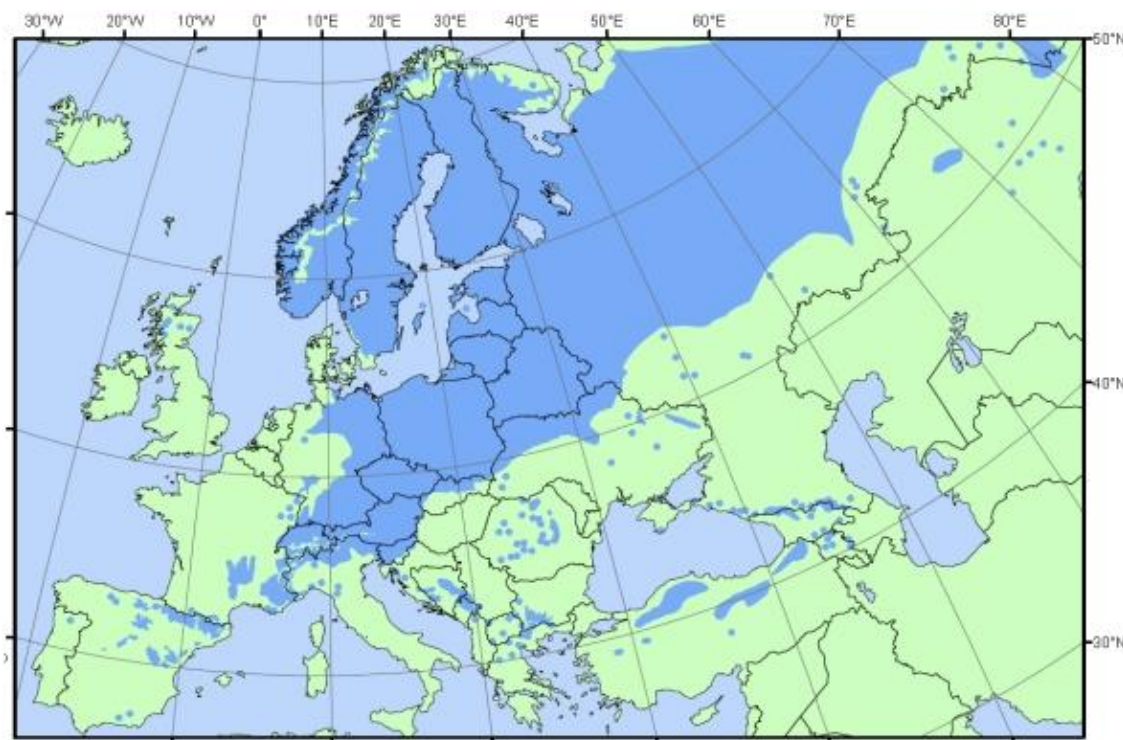
Dřevo borovice je měkké, lehké a poměrně křehčí oproti např. smrkovému. Běl má nažloutlou až okrovou barvu, jádro je červenohnědé s výraznými letokruhy. Vzhledem k velkému obsahu pryskyřice (velké množství pryskyřičných kanálků) je odolnější proti vlhkosti a má vysokou trvanlivost. Díky těmto vlastnostem je vhodné k výrobě okenních rámců, dveří, venkovních konstrukcí, telegrafních sloupů, železničních pražců nebo ohradových sloupů. Velké využití najde v nábytkářství i při výrobě dekorativních prvků. Pro velkou výhřevnost je často využíváno jako palivové dřevo. V minulosti se ze stromů získávala pryskyřice. V parcích a zahradách mnohdy slouží jako okrasná dřevina. Poptávaná je i jako vánoční stromek (Musil, Hamerník 2003).

## 2. 1. 3. Areál rozšíření

Borovice lesní je stromová dřevina s největším areálem rozšíření na světě. V Eurasii se vyskytuje od severozápadní části Pyrenejského poloostrova přes střední Evropu, celou Sibiř až k Ochotskému moři. Vertikální rozložení areálu je od nejjižnější polohy v pohoří Sierra Nevada do Skandinávie, kde zasahuje až za polární kruh na hranici tundry a lesotundry. Převaha výskytu borovice se nachází v severní části areálu, kde hlavně roste v nížinách, na chudých písčitých půdách dostatečně zásobených vodou. V evropské části Ruska roste borovice na velmi rozsáhlém území, od tundry na severu po jižní stepi. Největší rozlohu zaujímá na Sibiři, kde roste od nížin po dolní části hor (Musil, Hamerník 2003).

Obrázek č. 1 Areál rozšíření borovice lesní (is.muni.cz)

([https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/z0005/18118868/index\\_Pin\\_syl.html](https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/z0005/18118868/index_Pin_syl.html))



V České republice se původní borovice vyskytuje jen ostrůvkovitě na extrémních stanovištích. Nejníže se nachází v Polabí na nízkých terasách s akumulací chudých písků. Dále roste na hadcích Slavkovského lesa a Českomoravské vrchoviny, na balvanitých svazích Šumavy, na písčitých půdách Třeboňska, na pískovcových skalách v severních a severovýchodních Čechách. Na skalnatých výspách a prudkých stráních údolí řek Jihlavy, Oslavy, Rokytné a Dyje (Musil, Hamerník 2003).

Hospodářsky významné porosty však vytváří jen v několika původních oblastech (jihočeská, severočeská, severovýchodočeská, západočeská, středočeská a jihomoravská) (Slodičák, Novák, Dušek 2013).

Největší rozšíření borových porostů u nás je na hospodářských souborech 23 kyselých stanovištích nižších poloh, 13 přirozených borových stanovištích, 27 oglejených chudých stanovištích nižších poloh (Nárovcová, Nárovec 2009)

## 2. 1. 4. Ekologické nároky

### 2. 1. 4. 1. Světlo

Sluneční záření je nezbytný energetický zdroj naprosté většiny všech procesů v atmosféře a biosféře (Podrázský 2014).

Na hranici zemské atmosféry dopadá jen malý podíl této energie. Asi 40 – 50% sluneční energie spadá do spektrální oblasti označované jako světlo, jehož hranice jsou dány hodnotami vlnových délek od 360 – 780 nm. Do této oblasti spadá i radiační energie elektromagnetického záření vlnových délek 380 – 710 nm, které využívají zelené rostliny pro průběh fotosyntézy. Je označováno jako fotosynteticky aktivní radiace (FAR) (Hejnák a kol. 2008).

**Ozářenost** – energie slunečního záření, které dopadá za jednotku času na jednotku nezastíněné plochy. Hodnota ozáření závisí na zeměpisné šířce, expozici svahu, denní a roční době, atmosférických podmínkách apod.

**Relativní ozáření** – vyjadřuje světelné poměry uvnitř porostu a pod ním. Je to množství procházející energie, které je vyjádřeno průměrným procentem z ozáření volné plochy (Poleno, Vacek a kol. 2011).

Borovice lesní je druh dřeviny, který je schopen tolerovat 100 % relativní ozáření, ale snáší i zastínění různého stupně (Nárovcová, Nárovec 2009).

V České republice můžeme rozlišit dva hlavní ekotypy borovice lesní – náhorní ekotyp vyšších poloh a chlumní ekotyp nízkých poloh (Brusinský, Velebil 2011). Náhorní ekotyp borovice je oproti chlumnímu ekotypu méně náročný na sluneční záření. Lze proto lépe porosty náhorního ekotypu obnovovat clonným nebo násečným způsobem (Poleno, Vacek a kol 2009).

Jako jeden z faktorů úspěšného vyklíčení a zdárného růstu semenáčků hraje sluneční záření důležitou roli.

(Kantor a kol. 1975) popisuje vliv světla na energii klíčení a klíčivost semen borovice lesní. Vzorok semene byly vystaveny úplnému zatemnění až po celodenní (24 hodinové) osvětlení. Nejlepších výsledků v procentu

klíčivosti bylo dosaženo u borovice při osvětlení 6 – 8 hodin. U vzorků trvale zatemněných a trvale osvětlených byla klíčivost semen nižší.

(Bílek a kol. 2018) potvrzuje, že na klíčení semen, vzcházení a přežívání semenáčků borovice má jednoznačně pozitivní vliv zástin mateřského porostu, Popisuje průběh vzcházení a přežívání semenáčků během první vegetační sezóny v kontrolovaných podmínkách. U varianty s plným osluněním na konci první vegetační sezóny počty semenáčků nepřesahovaly 15 % ze základního počtu vysetých semen. U varianty popisované jako polostín při 50 – 60 % slunečního záření na volné ploše a stín při 20 – 30 % slunečního záření na volné ploše se počty životaschopných semenáčků pohybovaly mezi 40 – 90 %.

Vliv různých světelných podmínek se projevuje ve vývoji semenáčků (celková velikost a absolutní hmotnost). U jednoletých semenáčků, které byly vystaveny plnému osvitu, se projevila vyšší vyspělost kořenového systému. Celková výška je naopak nižší než u semenáčků rostoucích v polostínu a stínu. Je patrný klesající poměr délky kořenového systému k nadzemní části semenáčků od plného osvitu k většímu zastínění. V těchto světelných podmínkách hraje důležitou roli dostupnost vody v půdě (Bílek a kol. 2018).

Nároky na světlo mohou být v počátečních fázích obnovy nižší, naopak se ukazuje, že výhodnější pro počáteční fáze vývoje semenáčků je růst v polostínu. Během dalšího růstu a vývoje mladých borovic se nároky na světlo zvyšují, je tedy nutné, pokud se jedná o obnovu pod mateřským porostem, včasné uvolnění nárostů. Nedostatek světla pod dlouhotrvající clonou se projeví v kvalitě a počtech jedinců přirozené obnovy (Šindelář 2004).

Využití fotosynteticky aktivní složky světelného spektra závisí na množství, struktuře i fyziologických vlastnostech asimilačního aparátu. Je zjištěno, u borovice lesní, že dva roky po výsadbě na holinu se maximum hmotnosti asimilační sušiny nachází v dolní polovině stromků, i přestože je celá nadzemní část osluněná. V dalších rocích se maximum hmotnosti jehlic posouvá nahoru, zhruba o 20% výšky nadzemní části ročně. V 5. – 6. roce po zalesnění je to až 75 – 80 % výšky. Tento přesun asimilačního aparátu dokumentuje vztah mezi uspořádáním asimilační sušiny a světelným režimem během počátečních fází růstu borovice. S přibývajícím věkem

porostu dochází ke zkracování podílu délky korun k celkové výšce stromu (Nárovcová, Nárovec 2013).

V borových mlazinách, které rostou na suchých, hlubokých písčích, s plochou asimilačního aparátu okolo 2 ha.ha<sup>-1</sup>, k povrchu půdy proniká v průměru okolo 25 % světelné radiace, přičemž za slunného počasí je ozáření okolo 20 % a za nízké oblačnosti stoupá až na 35 %. Ve věku 10 – 20 let, kdy se zvětšuje listová plocha v prostoru koruny, ozáření klesá za jasného počasí na 10 % a při zvětšené oblačnosti na 13 %. K největšímu poklesu světelné radiace v korunách dochází ve stádiu tyčkovin až tyčovin. V tomto stádiu porostu klesla hodnota ozáření přízemního prostoru na 6 %. V porostech starších, ve kterých dochází k přirozenému prořezávání, se ozáření opět zvyšuje. Ve třicetiletých tyčovinách 16 % a v dospělých porostech 23 %. V kterémkoliv věku porostu se v průběhu dne mění ozáření v závislosti na poloze slunce. V ranních hodinách, kdy převládá difúzní světlo, jsou hodnoty ozáření nejnižší, v poledních hodinách, kdy kolmější paprsky snadněji pronikají korunami, jsou hodnoty nejvyšší (Chroust 1997).

## 2. 1. 4. 2. Teplota

Teplota je významný růstový faktor, který ovlivňuje růstové procesy v průběhu vegetační doby, ale i změny probíhající v pletivech rostlin během vegetačního klidu. Pro počátek a průběh růstových fází vyžadují rostliny vyšší teploty, fáze vegetačního klidu může probíhat naopak při nízkých teplotách. 10 – 25 °C je optimální teplota pro růstovou fázi (Chroust 1997).

Teplota je odvislá od míry radičního záření a od tepelných vlastností prostředí, které společně se vstupní a výstupní energií určují tepelný režim. Teplotní režim určují sezónní a periodické změny teplot lokality (Podrázský 2014).

Borovice lesní je adaptována na velmi vysoký teplotní rozsah a velké rozpětí vegetační doby. Vegetační doba v severní části areálu rozšíření není delší než 90 dní, naproti tomu v jižních oblastech výskytu dosahuje délka

vegetační doby až 200 dní. Borovice je velice odolná k mrazu i horku a dokáže přežívat v extrémních teplotních podmínkách (Úředníček, Chmelař 1995).

Klimatypy na Sibiři přežívají na téměř trvale zmrzlých půdách s teplotním minimem – 60 °C. Klimatypy vyskytující se na jihu Španělska snášejí 3 – 4 krát větší teploty než na severu (Musil, Hamerník 2003).

Lesní půdy mají rozdílnou vodivost tepla, kterou ovlivňuje množství vody v půdách a fyzikální vlastnosti. Půdy vlhké a mokré se zahřívají pomalu a teplo dlouhou dobu zadržují, suché propustné půdy se zahřívají rychleji a zároveň teplo rychle vydávají zpět. Na exponovaných písčitých půdách je kolísání denních teplot až 60°C. Před těmito tepelnými výkyvy chrání půdu lesní porosty (Poleno, Vacek a kol. 2011).

Teplota půdy a vzduchu v borových porostech ve stádiu mlazin je vyšší než např. v porostech smrkových. Tento jev je způsoben tím, že borové porosty se nacházejí převážně v teplejších klimatických podmínkách a jejich korunová zóna je propustnější pro světelnou radiaci. Ve východočeské oblasti pěstování borovice na písčitých půdách dosahuje za teplého dne průměrná denní teplota půdy 20,8 °C v mlazinách, 18,1°C v tyčkovinách a 19,7°C v kmenovinách. Teplota vzduchu v přízemních vrstvách byla v mlazinách 22,2°C, v tyčkovinách 21,2°C a v kmenovinách 19,7°C. V hustých borových porostech ve stádiu tyčkovin dochází k nejvyššímu rozdílu teplot oproti prostředí mimo porost. Vlivem postupného prořezávání porostů se tyto rozdíly snižují (Chroust 1997).

### 2. 1. 4. 3. Voda

Voda je jednou z nezbytných složek procesu fotosyntézy. Umožňuje transport vody a půdy k asimilačnímu aparátu a naopak přenáší produkty fotosyntézy do větví, kmene a kořenů. Zdrojem vody v půdě jsou kapalné, tuhé a kondenzační atmosférické srážky. Ve středoevropských podmínkách je roční úhrn srážek zhruba od 400 do 1200 mm a jejich následné rozložení (jaro 25 %, léto 40 %, podzim 20 % a zima 15 %) je pro funkci lesa příznivé. Přestože borovice lesní je přizpůsobená k deficitnímu vodnímu režimu



stanoviště, pro její růst a vývoj má voda stejný význam jako pro ostatní dřeviny (Chroust 1997).

Potřebu vody borovice dokáže krýt z větších hloubek pod povrchem půdy. Semena borovice jsou schopna vyklíčit i ve štěrbinách holých skal, vyskytuje se proto na extrémně suchých stanovištích, kde mají ostatní dřeviny jen malou šanci na přežití. Může se vyskytovat na územích s velkými srážkovými rozdíly, mohou to být suché oblasti, ve kterých je roční srážkový úhrn pod 400 mm, nebo podhorské a horské lokality se srážkami 1000 mm (Úřadníček, Chmelař 1995).

V určitých stanovištních podmínkách voda ovlivňuje více než ostatní ekologické faktory vnější i vnitřní stavbu, utváření orgánů rostlin a určuje fyziologii vegetace (Chroust 1997).

Optimální vodní režim je faktorem významně ovlivňujícím kvalitu borových semenáčků. Optimální vlhkost při klíčení a počátečním růstu zvyšuje počty vzešlých a rostoucích semenáčků. Dostatek vody má výraznější vliv především na výškový a tloušťkový růst. Naopak nadbytek vody omezuje vývoj kořenového systému a dochází ke snižování poměru hmotnosti kořenů k nadzemní části. Od druhé poloviny vegetačního období na kvalitu a růst mladých rostlin působí příznivěji mírný vlhkostní deficit. Podporuje zakládání pupenů a urychluje ukončení výškového růstu. Je omezena tvorba letních výhonů, tloušťkový přírůst a stimuluje rozvoj kořenového systému (Martincová 1998).

Na vodní režim v borových i ostatních porostech lesních dřevin, má značný vliv intercepce atmosférických srážek v korunovém prostoru. Na typických borových stanovištích s průměrným ročním úhrnem srážek 648 mm je v korunách desetileté mlaziny zadržováno 15 % srážek z množství volné plochy. Podíl intercepce v mlazinách je závislý na síle srážek. Nejvíce jsou zadržovány slabé srážky (do porostů jich proniká okolo 70 %), méně srážky silné. Podíl srážek, které pronikají do porostu, je oproti smrku větší. Příčinou nižší intercepce v korunovém prostoru borovice je malá plocha jehličí (4,6 ha.ha<sup>-1</sup>) a menší množství celkové nadzemní biomasy. V odrostlejších, plně zapojených mlazinách, kolem 15 roku stáří se intercepce zvyšuje na 28 % a ve 22 letých tyčkovinách až na 39,5 %. Největší intercepce je u borových porostů mezi 30 – 40 rokem a to až 40 %. Po 50 roce věku porostu se

v důsledku přirozeného prořezávání intercepce zmenšuje na 33 %, v 70 – 80 letech 25%, a ve 100 letech 20 % (Chroust 1997).

Výdej vody rostlinou je další jev, který působí na vodní režim lesních porostů. Transpiraci ovlivňují vnější podmínky i možnost rostlin regulovat ji uzavíráním či otevíráním průduchů. V ranních hodinách je transpirace nejnižší, s postupným nárůstem denní teploty se zvyšuje. Čím horší je dostupnost vody v půdě, tím více se stromy brání jejímu vydávání a naopak při dostatku vody s ní zacházejí neekonomicky. Transpirační koeficient vyjadřuje množství vody spotřebované na celkovou produkci biomasy. U borovice lesní se uvádí transpirační koeficient  $311 \text{ g.g}^{-1}$  (tzn. na jeden g sušiny spotřebuje 311 g vody) (Poleno, Vacek a kol. 2011).

Mladé borové porosty spotřebují nejvíce vody na začátku jara, kdy jsou v půdě vysoké zásoby ze zimního období. Transpirace v průběhu jarních a letních měsíců postupně klesá. V porostech ve stádiu tyčkovin se transpirace zvyšuje, ale výparnost v přízemní vrstvě se zmenšuje. Ve věku porostu 20 – 25 let je spotřeba vody 328 mm za rok. Ve starších borových porostech se zvyšujícím se přírůstem roste i spotřeba vody. Oproti dřevinám, které rostou v humidních podmínkách, borovice reaguje na zásobení vodou zvětšením tloušťkového přírůstu. Proto má hospodaření s vodou v borových porostech velký význam (Chroust 1997).

#### 2. 1. 4. 4. Půda a živiny

Půdní složka je podstatná část lesních ekosystémů. Vývoj půdních vrstev a vývoj lesních porostů od sebe nelze rozdělit, tyto dvě složky se vyvíjejí ve vzájemné souvislosti. Půda poskytuje mechanickou podporu lesním dřevinám i ostatním dřevinám, které v ní koření. Slouží jako zásobárna a zdroj vody i minerálních živin (Podrázský 2014).

Borovice lesní může růst na nejrozmanitějších půdách, vzniklých z různých hornin, což svědčí o její nenáročnosti a přizpůsobivosti. V nízké náročnosti na půdu nemá borovice mezi ostatními lesními dřevinami konkurenci. Může růst na suchých písčích, dunách, vátých písčích, na štěrku, kamenitých sutích, skalních výchozech, z nejrůznějších hornin a i na

rašelinných podkladech (Úřadníček, Chmelař 1995). Na skalách nebo půdách podmáčených nebo rašelinných roste spíše zakrsle (Brusinský, Velebil 2011). Všeobecně lze říci, že nejkrásnější porosty velmi dobré výšky, rovných kmenů s jehlancovitou nebo válcovitou korunou tvoří borovice na hlubokých, kyprých, vodou přiměřeně zásobených půdách hrubší disperzní skladby, hlinitopísčité až písčité (Poleno, Vacek a kol. 2009). Z těchto lepších stanovišť je ovšem borovice vytlačována náročnějšími druhy lesních dřevin. Proto jsou pro ni typická extrémní stanoviště. Některé ekotypy stepní borovice z evropské části Ruska jsou schopné snášet i slané půdy. Je prokázáno, že borovice z různých geologických podkladů jsou do značné míry adaptovány a specializovány a nelze je libovolně vysazovat na jiných stanovištích (Úřadníček, Chmelař 1995).

Půdně výrazná stanoviště výskytu borovice překrývají specifickou povahou rozdíly klimatu, proto tvoří v typologickém systému samostatný stupeň 0 (Poleno, Vacek a kol. 2009).

**Půdní charakteristika borů a borových doubrav** (Typologický systém lesů ÚHÚL, Plíva 1971 – doplňky Mikeska 2003)

**0C – Hadcový bor**

Půda: V horní části svahu je sušší a mělká, ve spodních částech až oglejená.

**0G – Podmáčený smrkový bor**

Půda: Je písčité až jílovitopísčité, zrašelinělá (podzemní voda 0,3 - 0,5m).

**0K – Kyselý (dubový - bukový) bor**

Půda: Je písčité, propustná, vysychavá.

**0M – Chudý (dubový – bukový) bor**

Půda: Je písčité až štěrkovité, shora propustná, vysychavá, silně kyselá.

**0N – Bukosmrkový kamenitý bor**

Půda: Je písčité, propustná, mírně vlhká.

**0O – Svěží jedlodubový bor**

Půda: Je hlinitopísčité až písčité (slabě jílnatá), hluboká, čerstvě vlhká.

**0P – Kyselý jedlodubový bor**

Půda: Je hlinitopísčité až písčité (slabě jílnatá).

**0Q – Chudý jedlodubový bor**

Půda: Je střádavě vlhká, jílovitopísčité až písčitojílovité, kaolinická.

**0R – Rašelinný bor**

Půda: Přechodná rašelina různé mocnosti, s podzemní vodou 0,1 – 0,4 m pod povrchem.

**0T – Chudý březový bor**

Půda: Je písčítá až jílovotopísčítá, minerálně chudá, se spodní vodou 0,3 – 0,5 m pod povrchem. (Střídavě a trvale zamokřené půdy se prolínají.)

**0X – Dealpinský bor**

Půda: Je mělká, vysychavá, silně kamenitá.

**0Y – Skeletový roklinový bor**

Půda: Většinou je nevyvinutá nebo balvanitá, mělká.

**0Z – Zakrslý reliktní bor**

Půda: Většinou je nevyvinutá nebo balvanitá, velmi mělká.

**1M – Borová doubrava**

Půda: Je sypká, nesoudržná, propustná, vysychavá.

Z půdních charakteristik stanovišť vyplývá, že borovice má minimální nároky z hlediska zabezpečení živin. Jevy způsobené nedostatkem živin jsou spíše výjimečné a souvisejí většinou s působením dalších stresových faktorů, jako je extrémní sucho, působení emisí nebo nerovnováha výživy dusíkem a bazickými kationty. Nedostatek draslíku může způsobovat žloutnutí, až rezavění špiček jehlic, zejména starších ročníků. Nedostatek hořčíku, většinou kombinovaný s nedostatkem vápníku, se může projevit žloutnutím a opadáváním starších ročníků jehlic.

Pro posouzení nedostatečné výživy dřevin je nutné provést chemické analýzy asimilačních orgánů a lesních půd.

Tabulka č. 1 Třídy obsahu živin v jehličí borovice – upraveno podle Hofmanna a Krause 1988 (Zahradník 2014)

	<b>N</b> [%]	<b>P</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	<b>K</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	<b>Ca</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	<b>Mg</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]
Kriticky nízký	< 1, 21	< 480	< 3000	< 1500	< 400
Nízký	1,21 – 1,58	480 – 750	3000 – 3900	1500 – 2100	400 – 600
Dostatečný	1,58 – 2,06	750 - 1190	3900 – 4900	2100 – 3100	600 – 900
Dobrý	> 2, 06	< 1190	> 4900	> 3100	> 900

V borových porostech se úprava živin chemickou meliorací provádí spíše výjimečně. Na velmi chudých stanovištích je možné přihnojovat mladé, nově založené kultury. Ve starších a dospělých porostech je přihnojování možné v případě prokázaného vlivu nedostatečné výživy na zdravotní stav porostu. Při plánování chemické meliorace je nutné přihlížet k charakteru půdy (Zahradník 2014).

## 2. 2. Umělá obnova

Umělá obnova je snaha člověka o zalesnění ploch (holin) vzniklých ať už úmyslnou nebo nahodilou těžbou. První historické zmínky o šíření obnovy lesů sadbou, pro kterou se sazenice pěstovaly v lesních školkách nebo semeništích, sahají do druhé poloviny 18. století (Foltánek 2016).

### 2. 2. 1. Přenos a zdroje reprodukčního materiálu

Základem kvalitní umělé obnovy porostů je zajištění vhodného reprodukčního materiálu.

K umělé obnově lesa se používají semena nebo sazenice lesních dřevin ze stejné PLO, nelze-li krýt potřebu reprodukčního materiálu v rámci dané PLO, je v přílohách 1až 5 vyhlášky 139/2004 Sb. stanoven způsob přenosu reprodukčního materiálu jednotlivých lesních dřevin s přípustným vertikálním posunem.

V případě borovice lesní lze k umělé obnově použít pouze reprodukční materiál pocházející ze zdrojů selektovaného, kvalifikovaného nebo testovaného reprodukčního materiálu uznaných podle zvláštního právního předpisu (Zákon 149/2003 Sb.).

### 2. 2. 2. Síje

Výhodou porostní síje jsou ekologické přednosti, které jsou srovnatelné s přirozenou obnovou. U síje se předchází deformacím kořenového systému, k němuž může docházet při nesprávné výsadbě sazenic. Naopak nevýhody této obnovní metody jsou přehouštělé kultury, delší doba zajištění porostu oproti výsadbě, nutná příprava půdy, ztráty na osivu a mortalita semenáčků (Poleno, Vacek a kol. 2009).

### 2. 2. 3. Sadba

Obnova lesa sadbou je v dnešní době nejrozšířenějším způsobem. Důležitým předpokladem pro založení kvalitních porostů je použití vhodného sadebního materiálu (Houšková, Mauer 2014).

Pro účely obnovy lesa jsou v lesních školkách pěstovány prostokořené nebo krytokořenné sazenice nebo semenáčky borovice lesní. Parametry sadebního materiálu jsou uvedeny v ČSN 482115, posuzuje se tloušťka kořenového krčku, výška nadzemní části, maximální věk, nepřipustné tvarové deformace, poměr objemu kořenů k objemu nadzemní části (Vyhláška číslo 29/2004Sb).

### 2. 2. 4. Prostokořenný sadební materiál

Prostokořenný sadební materiál se pěstuje na venkovních záhonech v minerální půdě. Vlastní expedici sazenic předchází několik školkařských operací. Výsev osiva, školkování, upravování kořenového systému

podřezáváním a vyzvedáváním sazenic ze záhonů (Baláš, Kuneš 2014). Maximální věk sazenic s výškou nadzemní části 15 – 25 cm s povolenou tolerancí + - 5 cm, 26 – 35 cm +- 5 cm, 36 – 50 cm +- 5 cm je tři roky. U poloodrostků je maximální věk o výšce 51 – 80 cm +- 5 cm čtyři roky (Nárovcová, Nárovec 2012).

**Výhody:** Výhodou použití prostokořenného materiálu je nižší cena.

**Nevýhody:** Nevýhodami jsou riziko deformace kořenů při nesprávné výsadbě a větší náročnost na přepravu sadebního materiálu (možné zaschnutí kořenového vlášení).

## 2. 2. 5. Krytokořenný sadební materiál

Pěstování krytokořenného sadebního materiálu se u nás začalo rozvíjet kolem roku 1970. Způsoby a technologie pěstování se výrazně liší od způsobu pěstování prostokořenných sazenic v minerální půdě (Mauer a kol. 2001). K pěstování krytokořenného sadebního materiálu jsou používány obaly, které se rozlišují na prorůstavé a neprorůstavé. Neprorůstavé jsou vyrobeny z plastových materiálů, takové konstrukce a rozměrů, aby bylo zamezeno deformaci kořenů a zajištěn správný růst. Sadbovače jsou umístěny na vyvýšeném roštu (vzduchovém polštáři) a kořeny, které prorůstají perforovaným dnem buněk sadbovačů jsou upravovány tzv. vzdušným stříhem. Prorůstavé jsou vyrobeny z takových materiálů, aby bylo umožněno prorůstání kořenů. Při výsadbě není nutné prorůstavé obaly odstraňovat. Celý proces pěstování probíhá v řízených podmínkách (fóliovníky, automatická závlaha, větrání, intenzivní hnojení a chemická ochrana) (Baláš, Kuneš 2014).

Požadavky na standardní semenáčky borovice: maximální věk semenáčku při výšce 10 – 14 cm s tolerancí od 7 cm do 19 cm, 15 – 20 cm s tolerancí od 10 do 30 cm jsou dva roky (Nárovcová, Nárovec 2012).

**Výhody:** Výhodami jsou kratší doba pěstování, vysoká ujímavost, eliminace deformace kořenů při výsadbě, menší náročnost při výsadbě.

**Nevýhody:** Nevýhody jsou vyšší cena oproti prostokořennému sadebnímu materiálu.

Před samotnou výsadbou je nutné z obnovované plochy odstranit těžební zbytky, popřípadě, chemicky či mechanicky potlačit vliv buřeně. Zalesňování borovice probíhá na jaře. Po výsadbě je nutné, obzvláště na čerstvých holinách, sazenice chemicky ošetřit proti klikorohu borovému. Z hlediska legislativy je důležité dodržet minimální počty sazenic na jeden hektar podle vyhlášky 139/2004 Sb. viz. tabulka č. 2. Zásadní pro kvalitu budoucího porostu je hustota založené kultury, proto je nutné zvolit správný spon při výsadbě sazenic. U borovice je vhodný spon 1,0m x 0,9m až 1,0m x 1,30m.

Tabulka č. 2 : Minimální počty jedinců na jeden hektar při obnově lesa a zalesňování (prostokořenný sadební materiál v tis.ks), (Vyhláška 139/2004 Sb.)

Dřevina	Stanoviště (HS)	Základní dřevina	Meliorační, zpevňující, vtroušené a pomocné dřeviny
Borovice lesní	Nižší polohy, exponovaná, kyselá, živná stanoviště HS 13,21,23,25,31,35	9	8
	Střední a vyšší polohy převážně kyselá (částečně i exponovaná) a živná stanoviště HS 43,53,41,45,51,55 a všechna stanoviště ovlivněna vodou HS 19,27,29,39,57,(01)	8	7

Při použití krytokořenného sadebního materiálu lze uvedené minimální hektarové počty dál snížit o 20% (Vyhláška 139/2004 Sb.)

## 2. 3. Přirozená obnova

Od středověku, zhruba od přelomu 18. a 19. století se lesní porosty obnovovaly přirozeným způsobem, přitom cílené zásahy člověka o zlepšení podmínek pro přirozenou obnovu (příprava půdy, ponechání výstavek na pasekách) byly pouze ojedinělé. Spíše se jednalo o spontánní přírodní procesy. Na, tímto způsobem obnovovaný les se čekalo několik desítek let a v dřevinné skladbě převažovaly nalítnuté měkké listnaté dřeviny. Výraznější



rozvoj cílené přirozené obnovy byl zaznamenán ve dvacátých a třicátých letech 20. století (Poleno, Vacek a kol. 2009).

### 2. 3. 1. Využití

Využitím přirozené obnovy bylo v České republice v roce 2017 obnoveno 4473 hektarů, oproti roku 2016 byl pokles o 340 hektarů a roku 2015 o 276 hektarů, což lze připisovat zvýšenému počtu nahodilých těžeb a vzniku rozsáhlých kalamitních holin. Tyto plochy byly následně obnovovány uměle, protože podmínky pro přirozenou obnovu byly velice zhoršené (Zpráva o stavu lesa a LH ČR 2017).

U přirozené obnovy jde o uvědomění si a pochopení přírodních procesů a následné upravení podmínek lesním hospodářem pro zdárné výsledky v obnovování borových porostů. K důvodům uplatňování přirozené obnovy borovice lesní patří, jak již bylo uvedeno v úvodu, zachování regionálních populací (ekotypů), zachování ekologické rovnováhy v lesních ekosystémech a v očích neodborné veřejnosti ne tak drastických těžebních zásahů (holosečí).

**Výhody přirozené obnovy:** Výhodami přirozené obnovy borovice jsou nižší náklady na založení následných porostů (Šindelář 2004). Vzhledem k velkému počtu jedinců na obnovované ploše nejsou tak značné škody zvěře. Nespornou výhodou je, že semenáčky mají možnost přizpůsobovat se od počátku klíčení podmínkám, ve kterých už zůstanou. U jedinců v porostech založených na témže místě není kořenový systém deformován, nebo upravován jak tomu může být u sazenic (Kantor a kol. 1975).

**Nevýhody přirozené obnovy:** K nevýhodám patří zpravidla delší obnovní doba a zajištění porostů, větší náročnost při těžbě dřeva mateřského porostu a následná výchova borových, často přehoustlých mlazin (Šindelář 2004).

## 2. 3. 2. Podmínky pro založení přirozené obnovy

Vytvoření vhodných stanovištních podmínek, závislost na klimatických vlivech v počátcích obnovy. Nutností je dodržení správného sledu a načasování prací.

Proto, aby byly naplněny potencionální předpoklady pro vznik přirozené obnovy borových porostů, musí lesní hospodář vytvořit vhodné podmínky.

První podmínkou je samozřejmě opad semene, tzn. pečlivě sledovat míru fruktifikace stromů v obnovovaném porostu před počátkem obnovních postupů. Ve druhém případě se jedná o zajištění nejvhodnějších růstových faktorů (světlo, voda, živiny a míra ovlivnění bylinného patra), které ovlivňují klíčení a počáteční vývoj borových semenáčků. Vzniku vhodných světelných podmínek lze docílit úpravou porostní hustoty, ať už se jedná o holosečný, násečný, clonný nebo výběrný způsob obnovy. Snížení porostní hustoty u clonného způsobu obnovy docílíme odstraněním stromů s nekvalitním křivým kmenem, poškozených stromů, stromů podúrovňových, jedinců s hůře vyvinutou korunou se známkami defoliace a souše. V porostu jsou ponechány jen jedinci s kvalitním průběžným kmenem a dostatečně vyvinutou korunou jevící známky vitality (Bílek a kol. 2017).

U holosečného a násečného způsobu mohou být na obnovované ploše ponechány nejkvalitnější stromy jako výstavky, nebo může být zdroj semen zajištěn bočním náletem.

Dalším důležitým kritériem pro dobré výsledky přirozené obnovy je stav povrchových půdních vrstev a vegetační pokryv (Šindelář 2004). Vlhká kyprá půda zaručuje dostatek vláhy potřebné ke klíčení a růstu semenáčků, i dostatečný přístup vzduchu. Semena by měla mít dokonalý kontakt s půdou, která je hlavním zdrojem vláhy (Kantor a kol. 1975). Těchto podmínek lze dosáhnout vhodnou přípravou půdy.

## 2. 4. Příprava půdy při obnově porostů

Jak již bylo uvedeno při zakládání nových porostů, ať už se jedná o výsadbu sazenic nebo snahu o iniciaci přirozené obnovy, je nezbytné na některých obnovovaných plochách upravit stanovištní podmínky zásahem do svrchních půdních horizontů. Přípravu půdy můžeme rozdělit podle způsobu provedení a použitých prostředků na chemickou a mechanickou (Mauer 2009).

### 2. 4. 1. Chemická příprava půdy

Chemická příprava půdy spočívá v aplikaci herbicidů na potlačení nežádoucí vegetace, která se na obnovovaných plochách vyskytuje a zabraňuje průniku semen do půdy a klíčení semenáčků u přirozené obnovy. Chemický zásah je možné provádět celoplošně nebo pomístně. Na plochách s již vyskytujícími se semenáčky lze aplikovat herbicidy pomístně až po vyžrání letošních letorostů (srpen, září). Tento způsob je možno využít jen pro jehličnaté dřeviny s výjimkou modřínu (Černý 1999). Pro usnadnění umělé obnovy se chemická příprava provádí na silně zabařených kalamitních plochách nebo starších holinách.

### 2. 4. 2. Mechanická příprava půdy

Úkolem mechanické přípravy půdy je zlepšení fyzikálních vlastností půdy provzdušněním, prokypřením a promísením svrchních humusových vrstev s minerální půdou, a tím potlačení nežádoucí vegetace. Zapracováním těžebních zbytků (štěpka, rozdrčený klest, popel), humusových vrstev dochází ke zlepšení chemismu půdy a prohojení půdy. Mechanickou přípravou půdy dochází i k narušení vývojových cyklů biotických škůdců, které probíhají ve vrstvě rhizosféry (Mauer 2009).

Samotné přípravě půdy předchází úklid a likvidace těžebních zbytků štěpkováním, drcením, pálením, odvozem nebo odstraněním shrnovačem

klestu. V případě shrnovače klestu dochází zároveň i k částečnému narušení půdy. Zvolený způsob odstraňování těžebních zbytků závisí na typu stanoviště a způsobu obnovy (holoseč, clonná obnova), u celoplošné přípravy půdy je nutné odstranění nebo snížení pařezu frézováním.

### 2. 4. 3. Druhy přípravy půdy

Druh a způsob provedení přípravy půdy volíme dle charakteru stanoviště a míry zabuřnění.

(Bílek a kol. 2008) rozdělil přípravu půdy pro obnovu borovice lesní z typologického hlediska do pěti skupin.

1. Porosty bez přípravy půdy:

SLT 0M, LT 0M0, 0M5, 0M6

SLT 0R, 0X, a podsoubor lesních typů 0Ny

2. Porosty s mělkou přípravou půdy s narušením surového humusu:

SLT 0M mimo lesní typy uvedené ve skupině 1

SLT 0Y, 0C

3. Porosty se středně hlubokou přípravou půdy:

SLT 0K, 0N mimo podsoubor lesních typů 0Ny

4. Porosty se středně hlubokou až hlubokou přípravou půdy diferencované podle půdního profilu:

SLT 0O, 0P, 0Q, 0T

5. Porosty s hlubokou přípravou půdy

SLT 0G

Jedním z druhů přípravy půdy je orba. Orbou je naplněn požadavek středně hluboké a hluboké přípravy půdy. Orat je možné od 20 – 60 cm (Kantor a kol. 1975). Z plošného hlediska a druhu obnovy lze orbu realizovat celoplošně, v pruzích nebo po jednotlivých brázdách, zpravidla na podzim. Pro orbu se používají speciální lesní, radlicové nebo diskové pluhy.

Pro realizaci mělké přípravy půdy, nebo jen za účelem narušení a promísení humusové vrstvy s minerální půdou, se využívají talířové lesní frézy, zraňovače půd a finské brány nesené za traktorem.

Rozdíl mezi těmito druhy přípravy půdy je především ve vztazích humusových vrstev s bylinným patrem a minerálními vrstvami a v hloubce narušení povrchu.

Úkolem přípravy orbou je odstranit humusovou vrstvu s vegetačním pokryvem a obnažit minerální půdu. Nemělo by však docházet k příliš hlubokému odkrytí spodních, na živiny chudých horizontů (Dančáková 2008). Na stanovištích, kde je vysoký obsah jílovitých částí v půdách (větší než 40 %) se nedoporučuje realizovat orba celoplošná z důvodů velkého slehnutí narušených půd v následujících letech, a tím dochází k poklesu kyslíku pod kritických 5 %. Orbu je vhodné provádět na stanovištích se silnou vrstvou humusové vrstvy (15 cm a více), na velmi silně zabařených plochách a na degradovaných stanovištích (Mauer 2009).

Použití půdní frézy zajišťuje promísení a zapracování humusové vrstvy do minerální půdy. Po této přípravě dojde ke zlepšení půdní struktury, vlhkostního režimu, k provzdušnění půd, k většímu obsahu a dostupnosti živin pro rostliny a k potlačení buřeně. Po důkladném zapracování humusové vrstvy dochází k lepšímu rozkladu organické hmoty než u přípravy orbou, kde překlopená vrstva humusu má delší dobu rozkladu. Přípravu frézou je vhodné provádět na stanovištích, kde je žádoucí zlepšení koloběhu živin v půdě, kde se vyskytuje slabší vrstva humusu a potlačení vegetace. Na stanovištích, kde je potřebná chemická meliorace půd, je možné použít čtyřosé frézy, které jsou vybaveny zásobníkem vápna, které pomocí otáčivých kypřících agregátů do půdy zapracovávají (Kulhavý, Betušová, Lesná 2002).

## 2. 5. Negativní faktory ovlivňující počáteční fázi obnovy

### 2. 5. 1. Biotické

Jedním z úskalí obnovy borových porostů je negativní působení biotických škůdců.

Pro založení kvalitních budoucích porostů je nezbytně nutný dobrý zdravotní stav sadebního materiálu produkovaného lesními školkami.

Choroby, jimiž by mohl být sadební materiál infikován, mohou mít nepříznivý vliv na růst nově založené kultury, ale hrozí i nebezpečí přenosu a rozvlékání chorob do okolních porostů (Jančařík 2000).

Z negativních vlivů biotických činitelů v počátcích umělé nebo přirozené obnovy borovice jsou nejčastější houbové choroby způsobující odumírání (padání) semenáčků. (Pešková 2005) uvádí, že semena mohou být na povrchu i uvnitř kontaminována různými druhy houbových patogenů, které mohou následně přecházet i na vyklíčené semenáčky a působit značné ztráty. V lesních školkách je možné sledovat příznaky napadení ve dvou růstových fázích. Před vyklíčením dochází k odumření semene a klíčku ještě v půdě. Po vyklíčení jsou napadeny kmínky semenáčků těsně nad půdním povrchem, kmínek postupně měkne, hnědne, ztrácí pevnost, zužuje se, padá na zem a odumírá.

#### 2. 5. 1. 1. Houby rodu *Alternaria* spp. *Cilindrocarpon* spp. *Verticillium* spp.

U borovice lesní způsobují hniloby nejčastěji houby rodu *Alternaria* spp., *Cilindrocarpon* spp., *Verticillium* spp.. Druhy těchto rodů hub způsobují kořenové hniloby, škodí na semenech přes semenáčky až po sazenice. Zvýšený výskyt a rozvoj hub nastává při nadbytku vody, tání sněhu nebo při dlouhodobém zamokření těžších půd. K ochranným opatřením patří přiměřená závlivka, proředění hustých sítí, chemické prostředky ve školkařském provozu. Pravděpodobnost nakažení houbovými chorobami se snižuje i dobrým prokypřením půdy (Zahradník 2014).

#### 2. 5. 1. 2. Plíseň šedá (*Botrytis cinerea*)

Mezi další houbové patogeny patří houba z rodu *Botrytis* spp., plíseň šedá *Botrytis cinerea*. Houba se rozmnožuje konidiami, které se šíří vzduchem nebo při vzájemném dotyku rostlin, za příznivých klimatických podmínek napadené části během několika dní odumírají. Plíseň šedá patří mezi významné škodlivé činitele v lesních školkách, kde se vyskytuje na

semenech, semenáčcích, v přehoustlých sijích, pupenech a asimilačních orgánech sazenic. Vyskytuje se i ve volné přírodě, kde za déletrvajícího deštivého počasí, na zamokřených těžších půdách může působit škody na semenáčcích a sazenicích (Pešková, Soukup 2002).

K preventivním ochranným opatřením patří vhodná příprava půdy, ve školkách použití vhodných substrátů, přiměřená zálivka, větrání ve fóliovnicích a proředování hustých sijí. K chemické ochraně patří použití vhodných fungicidů (Zahradník 2014).

### 2. 5. 1. 3. Rez sosnokrut (*Melampsora populnea*)

Ze zástupců rzi je významným škůdcem na borovici lesní rez sosnokrut (*Melampsora populnea*). U borovice se rez objevuje na letorostech v podobě barevných skvrn. Po vyprášení výtrusů zůstávají na letorostech rány, které se zalévají pryskyřicí a zavalují se. Pokud jedinci nákazu přežijí, jsou trvale poškozeni růstovými deformacemi. Rez napadá semenáčky a sazenice v lesních školkách, ale i mladé borovice ve výsadbách, u starších jedinců vznikají jen tvarové deformace (Soukup 1999).

Jedním z hostitelů této rzi je topol osika, na kterém se může vyskytovat trvale. Preventivní ochranu lze provádět odstraněním této dřeviny v blízkosti školek a založených kultur, likvidací napadených jedinců. Chemická ochrana se provádí schválenými fungicidními přípravky na ochranu rostlin (Zahradník 2014).

### 2. 5. 1. 4. Sypavka borová (*Lophodermium pinastri*), Sypavka borovicová (*Lophodermium seditiosum*)

K dalším houbovým chorobám patří sypavka borová *Lophodermium pinastri* a sypavka borovicová *Lophodermium seditiosum*. Příznaky napadení sypavkou se projevují jako barevné změny jehlic do žluta až rezava. Na podzim se na jehlicích objevují černé plodnice. Ve školkařských provozech může sypavka způsobovat velké škody na ztrátách semenáčků a sazenic. V porostech jsou ohroženy mladé sazenice v prvních letech po výsadbě.

Výskyt sypavek je zvýšený v letech s rocích s vlhkým počasím. Vyskytuje se v přehoustlých sících a kulturách. Nejvíce jsou ohroženy porosty na chudých písčitéch půdách.

Ochranná opatření jsou spíše preventivní a patří k nim podpoření vitality semenáčků a sazenic ve školkách, zajistit větší spon při zalesňování, prořezávání přerostlých sijų a kultur. Aplikace chemických přípravků je rovněž preventivní, napadené jedince již nejde zachránit (Pešková, Čížková 2015).

### 2. 5. 1. 5. Klikoroh borový (*Hylobius abietis*)

Z hmyzích škůdců v počáteční fázi obnovy borových porostů je významný kalamitní škůdce klikoroh borový *Hylobius abietis*. Klikoroh borový je brouk z čeledi nosatcovitých, jehož vývoj probíhá v čerstvých pařezech, na nově vzniklých vytěžených plochách. Samice klade na jaře a začátkem léta vajíčka do kořenů čerstvých pařezů. Část brouků se může líhnout na podzim téhož roku, zbytek populace se líhne na jaře následujícího roku. Čerstvě vylíhnutí brouci napadají mladé sazenice, na kterých prodělávají zralostní žír. Živí se okousáváním kůry mladých sazenic, od kořenového krčku až po vrchol kmínku. Může dojít k okousání kůry až po celém obvodu kmínku a sazenice hyne. Při zvýšeném výskytu může klikoroh borový působit značné škody na nově založených kulturách, při nedodržení ochranných opatření až 100 % ztráty.

Od začátku května do konce září je nutný monitoring výskytu škůdce. Ten se provádí při pochůzkách po 1 – 2 letech zalesněných pasekách a vyhledávají se napadené sazenice. Při výskytu požerků je nutné sazenice chemicky ošetřit schválenými přípravky na ochranu rostlin (Zahradník 2014).



## 2. 5. 2. Abiotické

K významným abiotickým vlivům při obnově borových porostů patří poškození suchem, přívalový a dlouhotrvající déšť, krupobití, vítr a sníh.

Borovice lesní je dřevina značně odolná proti suchu, avšak na vysychavých stanovištích může teplé a extrémně suché počasí působit velké ztráty na mladých sazenicích a nově vyklíčených semenáčcích. Při zahřátí půdního povrchu nad 40°C vzniká pro mladé rostliny riziko přehřívání (Mauer 2009). Ochrana proti suchu je velice omezená. Možná je umělá závlaha, obnova pod mateřským porostem, na těžkých a středně těžkých půdách vhodné prokypření půdy.

Přívalový a déletrvající déšť může způsobovat zahrnování nově vyklíčených semenáčků splavenou půdou u přirozené obnovy na stanovištích s přípravou půdy (zanášení brázd). U sazenic v prvním roce po zalesnění může docházet k odhalování kořenů a vyvracování rostlin. Po přívalových deštích je vhodné čerstvě založené kultury zkontrolovat a sazenice případně upravit ručně.

Silné krupobití může poškozovat nadzemní části rostlin, ohýbání a lámání semenáčků, u sazenic lámání větví a porušování pupenů.

Poškození větrem je u mladých kultur a nárostů zanedbatelné. Drobné částice půdy mohou být při silných větrech unášeny a poškozovat mladé stonky semenáčků, které jsou následně náchylnější k napadení houbovými chorobami (Zahradník 2014).

Působením mokrého a těžkého sněhu mohou vznikat škody v odrostlejších kulturách. Těžký sníh stromky ohýbá a může dojít i k prolámaní. Možná ochrana je ruční sklepávání při největším náporu sněhu (Mauer 2009).

## 3. Metodika

### 3.1. Charakteristika oblasti výzkumu

Výzkum probíhal na lesním majetku obce Jarošov nad Nežárkou, který leží v okrese Jindřichův Hradec v Jihočeském kraji. Celý Lesní hospodářský celek (dále jen LHC) o rozloze 179,76 ha se nachází v obvodu přírodní lesní oblasti č. 16 – Českomoravská vrchovina.

Z morfologického hlediska leží zájmové území v jihozápadní části Českomoravské vrchoviny v celku Křemešnická vrchovina, v podcelku Jindřichohradecká pahorkatina. Reliéf oblasti je charakterizován mírně zvlněnými tvary s převážně plochými hřbety a rozsáhlými plošinami. Nejvyšší bod LHC leží ve výšce 560 m. n. m. v oddělení 105 a nejnižše položené oddělení 106, 107, 110, se nachází ve výšce 500 m. n. m. Výškový rozdíl je 60 metrů, což svědčí o pahorkatinném charakteru reliéfu.

Geologicky leží sledované území na horninách Moldanubika, tvořenou dvojslídnyými svorovými rulami a svory. Z jihu do něj zasahují dvojslídne granity a granodiority (Česká geologická služba 2019). Největší zastoupení mají půdy živných a podmáčených stanovišť.

Podle všeobecného klimatického rozčlenění patří LHC 20 Jarošov nad Nežárkou do oblasti mírně teplé, do klimatického okrsku B3 (mírně teplý, mírně vlhký, s mírnou zimou, pahorkatinový). Průměrná denní teplota zde dosahuje 7°C. Průměrný roční úhrn srážek je 655 mm a délka vegetační doby 149 dní. Podle klasifikace Quitta je území řazeno do mírně teplé klimatické oblasti MT3 (Tolasz 2007). Podrobnější popis oblasti vyjadřuje tabulka č. 3.

Tabulka č. 3 : Popis klimatické oblasti MT3 podle Quitta (LHP 2016)

Počet letních dnů	40 – 50 dní
Délka vegetačního období	120 – 140 dní
Mrazové dny	130 – 160 dní
Ledové dny	40 – 50 dní
Průměrná teplota v lednu	-2 - , -3°C
Průměrná teplota v dubnu	6 - 7°C
Průměrná teplota v červenci	16 - 17°C
Průměrná teplota v říjnu	6 - 7°C
Úhrn srážek ve vegetačním období	400 – 450 mm
Úhrn srážek v zimním období	250 – 300 mm
Počet dní se sněhovou pokrývkou	60 – 80 dní
Počet zamračených dní	120 – 150 dní
Počet jasných dní	40 – 50 dní
Počet dní se srážkami 1 mm	110 – 120 dní

Lesy v této lokalitě jsou podle mapy potenciální přirozené vegetace ČR (Chytrý a kol. 2001) zařazeny mezi bikové bučiny (Luzulo – fagetum), které představují edafický klimax v podhorském až horském stupni na minerálně chudých horninách. Vyskytuje se v rozpětí nadmořských výšek od 450 do 850 m. n. m. Pro LHC OL Jarošov nad Nežárkou je charakteristický převážně 4. lesní vegetační stupeň (bukový) a 5. lesní vegetační stupeň (jedlobukový). Pouze okrajově je zastoupen 3. lesní vegetační stupeň (dubobukový) a 6. lesní vegetační stupeň (smrkobukový). Tyto vegetační stupně mají těžiště výskytu v živné a oglejené stanovištní řadě. Převažují cílové hospodářské soubory 57 Hospodářství oglejených stanovišť vyšších poloh (soubory lesních typů 5P, 50 – cca 47%) nad 45 hospodářskými soubory živných stanovišť středních poloh (soubor lesních typů 41 – cca 43%). V menší míře jsou zastoupeny cílové hospodářské soubory 43 kyselých stanovišť středních poloh (soubor lesních typů 4k, 4l, 4s – cca 5%). Malým procentem jsou zastoupeny soubory 29 a 41.

Z hlediska plošného zastoupení dřevin má na LHC Jarošov nad Nežárkou nejvyšší zastoupení smrk (63,9%), méně pak borovice (15%).

Z uvedeného vyplývá, že převažuje jehličnaté hospodářství s převahou smrku. (LHP 2016).

Zkusné plochy se nachází v nadmořské výšce 513 m. n. m. na hospodářském souboru 57 a souboru lesních typů 5P5. V obou odděleních se roztroušeně vyskytují ložiska minerálně chudých půd a suchých písků (ca na 1/3 v rámci oddělení). Z dřevinné skladby převažuje borovice (75%) nad smrkem (10%) a modřínem (6%), z listnatých dřevin dub červený (8%) a bříza (1%).

### 3. 2. Výběr zkusných ploch

Pro umístění zkusných ploch byly vybrány porosty ze dvou oddělení, které na sebe navazují. Porosty s označením 104C0 a 103B12 (viz. Porostní mapa, příloha, obrázek č. 7)

V těchto porostech byly založeny zkusné plošky o základní velikosti 1 m<sup>2</sup> vždy v pěti opakováních, celkem 69 zkusných plošek s výsevem.

1, Tři varianty zkusných ploch podle intenzity světla/zápoje porostu: varianta na holině, u porostní stěny a pod porostem.

2, Pět variant přípravy půdy: V textu jsou používány pracovní názvy:

VO1 – výsev do brázdy,

VO2 – výsev do skývy,

VF – výsev půdní fréza,

VBP – výsev bez přípravy půdy.

U plošek s označením VO1 se prováděl výsev pouze do brázdy a u VO2 pouze do skývy. Na plošky VF a VBP byla semena rovnoměrně rozhozena.

Dále byly založeny tři kontrolní plochy pro zjištění semenné banky v půdě, tyto bez opakování s pracovními názvy:

KO – kontrola orba,

KF – kontrola půdní fréza,

KBP – kontrola bez přípravy půdy.

Zkusné plochy byly pro lepší orientaci a přehlednost vytyčeny dřevěnými kolíky. U jednotlivých variant byly provedeny dva typy přípravy půdy. U prvního typu přípravy půdy (VO1, VO2) byla ručním nářadím (rýč) simulována orba, u které byla hloubka brázdy 13 - 18 cm a skýva vyhozena vedle brázdy a otočena o 180° minerální vrstvou vzhůru. Na jedné zkusné plošce byly vytvořeny dvě brázdy (viz. Příloha, obrázek č. 6). Ve druhém případě přípravy půdy (VF) se jednalo o napodobení půdní frézy, opět ručním nářadím (motyka) byla humusová vrstva s bylinným patrem zapracována a promíšena s minerální půdou do hloubky 10 – 14 cm. (viz. příloha, obrázek č. 5). U variant na holině a u porostní stěny byly plochy VBP bez bylinného patra. Pod porostem tvořily bylinné patro brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a ostrůvkovitě se vyskytující hasivka orličí (*Pteridium aquilinum*).

### 3. 3. Semenný materiál

Pro výsev byla použita semena borovice lesní z přírodní lesní oblasti 15 Jihočeské pánve, lesního vegetačního stupně 3 dubobukový (401 – 550 m. n. m), čistoty 99,6%, klíčivosti 91%, energie 73%, absolutní hmotnosti 7,484 g a počtu klíčících semen/kg 121103 ks. Na každou plochu, kromě kontrolních, bylo vyseto 200 semen. Celkem 4000 semen na jednu variantu zápoje.

### 3. 4. Sběr dat

**Hodnocení semenáčků:** Datum výsevu bylo 30. března 2016.

Od 28. 4. do 2. 10. 2016 ve čtrnáctidenních intervalech probíhala kontrola zkusných ploch a počítání semenáčků celkem devětkrát.

K datu kontroly byly vždy zaznamenány nově vyklíčené a odumřelé semenáčky u každé jednotlivé plošky, tedy v ks/m<sup>2</sup>.

**Klimatické charakteristiky:** K měření srážek byly použity srážkoměry umístěné přímo na zkusných plochách. Zde probíhala kontrola buď bezprostředně po dešti, nebo následující den, z důvodů co největší eliminace výparu. Průměrná denní teplota byla odečítána z místní meteostanice v Jindřichově Hradci.

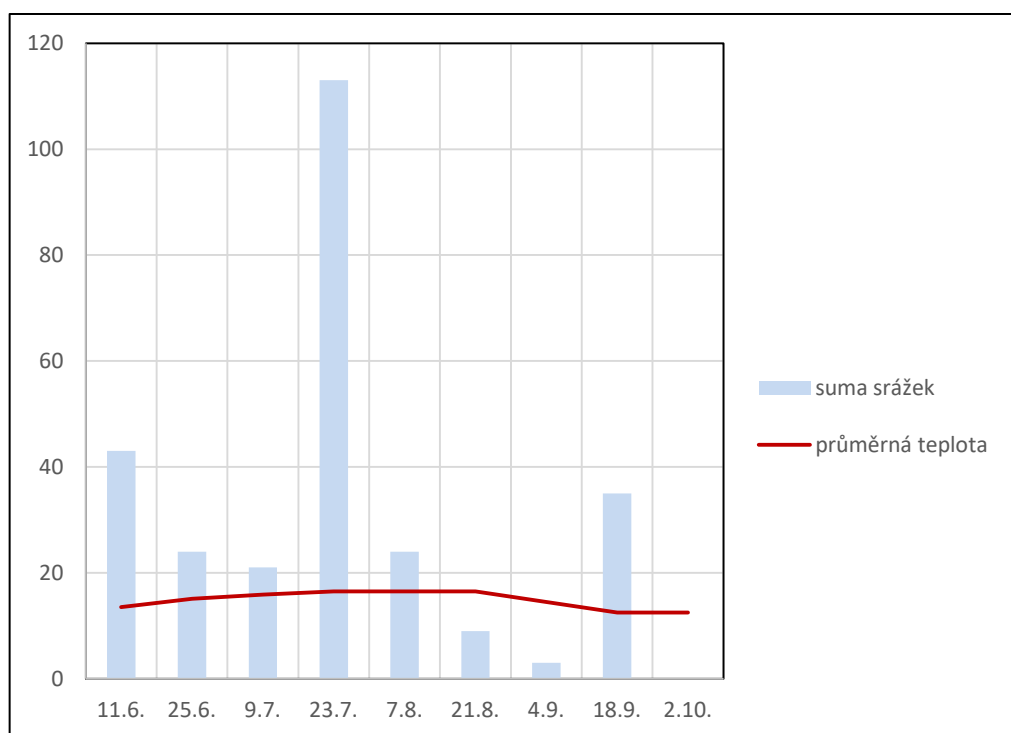
### 3. 4. Zpracování dat

Pro grafické zpracování dat byl použit počítačový program Microsoft Excel. Pro statistické vyhodnocení dat a vytvoření krabicových grafů byl použit počítačový program Statistica 12 (Statsoft. CR. s. r. o.) a pro porovnání jednotlivých variant zápoje a přípravy půdy Analýza variance (ANOVA).

## 4. Výsledky výzkumu

### 4.1. Klimatická charakteristika sezóny

Celkový úhrn srážek za vegetační období byl 272 mm, což je podprůměrný stav ve srovnání se srážkovým průměrem klimatické oblasti MT3 podle Quitta. Jak je patrné z grafu č. 1 v období od 10. 7. – 23. 7., byl úhrn srážek 113mm, jednalo se o letní bouřky s přívalovými dešti. V období 8. 8. – 4. 9. byl srážkový úhrn pouhých 12 mm a 19. 9. – 2. 10. zcela beze srážek. Souhrnně se dá říci, že rok 2016 byl extrémně suchý.



Graf 1: Klimatická charakteristika průběhu vegetační sezóny

### 4.2. Dynamika klíčení semenáčků

Ve výsledcích je v tabulkách zaznamenán průměrný podíl vyklíčených semenáčků vždy k danému termínu měření, suma srážek za vegetační období a průměrné teploty.

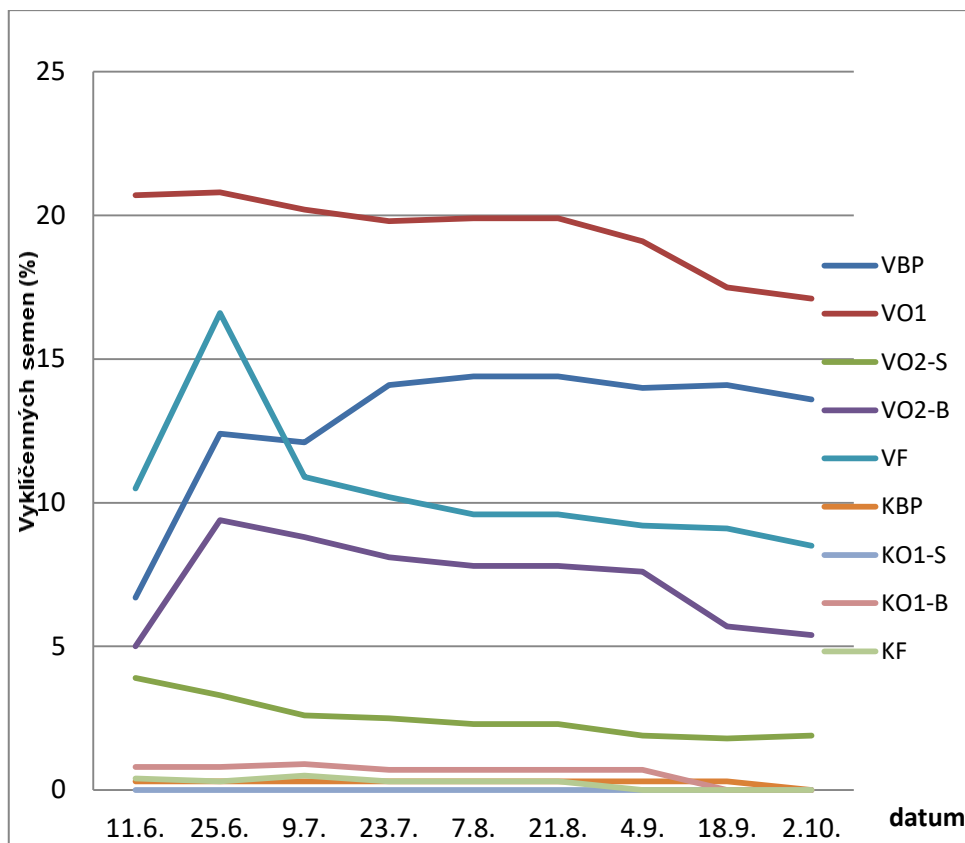
U varianty zkusných ploch na holině (tabulka č. 4) byl na konci vegetačního období největší průměrný podíl vyklíčených semenáčků u VO1

17,1%, sestupně pak VBP 13,6%, VF 8,5%, VO2-B 5,4%, VO2-S 1,9%. U kontrolních plošek nebyl k datu poslední kontroly nalezen žádný životaschopný semenáček.

Tabulka č. 4 : Průměrný podíl vyklíčených semenáčků k danému datu na holině

hodnocené období	28.4.-11.6	12.6-25.6	26.6-9.7	10.7-23.7.	24.7.-7.8.	8.8-21.8.	22.8-4.9	5.9-18.9	19.9-2.10
suma srážek	43 mm	24 mm	21 mm	113 mm	24 mm	9 mm	3 mm	35 mm	0 mm
průměrná teplota	13,5 °C	15,1°C	15,9°C	16,5°C	16,5°C	16,5°C	14,5°C	12,5°C	12,5°C
<b>datum kontroly</b>	<b>11.6.</b>	<b>25.6.</b>	<b>9.7.</b>	<b>23.7.</b>	<b>7.8.</b>	<b>21.8.</b>	<b>4.9.</b>	<b>18.9.</b>	<b>2.10.</b>
<b>varianty/prům za 5 opakování</b>	% semenáčků	% semenáčků	% semenáčků	% semenáčků	% semenáčků	% semenáčků	% semenáčků	% semenáčků	% semenáčků
<b>VBP</b>	6,7	12,4	12,1	14,1	14,4	14,4	14	14,1	13,6
<b>VO1</b>	20,7	20,8	20,2	19,8	19,9	19,9	19,1	17,5	17,1
<b>VO2-S</b>	3,9	3,3	2,6	2,5	2,3	2,3	1,9	1,8	1,9
<b>VO2-B</b>	5	9,4	8,8	8,1	7,8	7,8	7,6	5,7	5,4
<b>VF</b>	10,5	16,6	10,9	10,2	9,6	9,6	9,2	9,1	8,5
<b>KBP</b>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0
<b>KO1-S</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>KO1-B</b>	0,8	0,8	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0	0
<b>KF</b>	0,4	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0	0	0



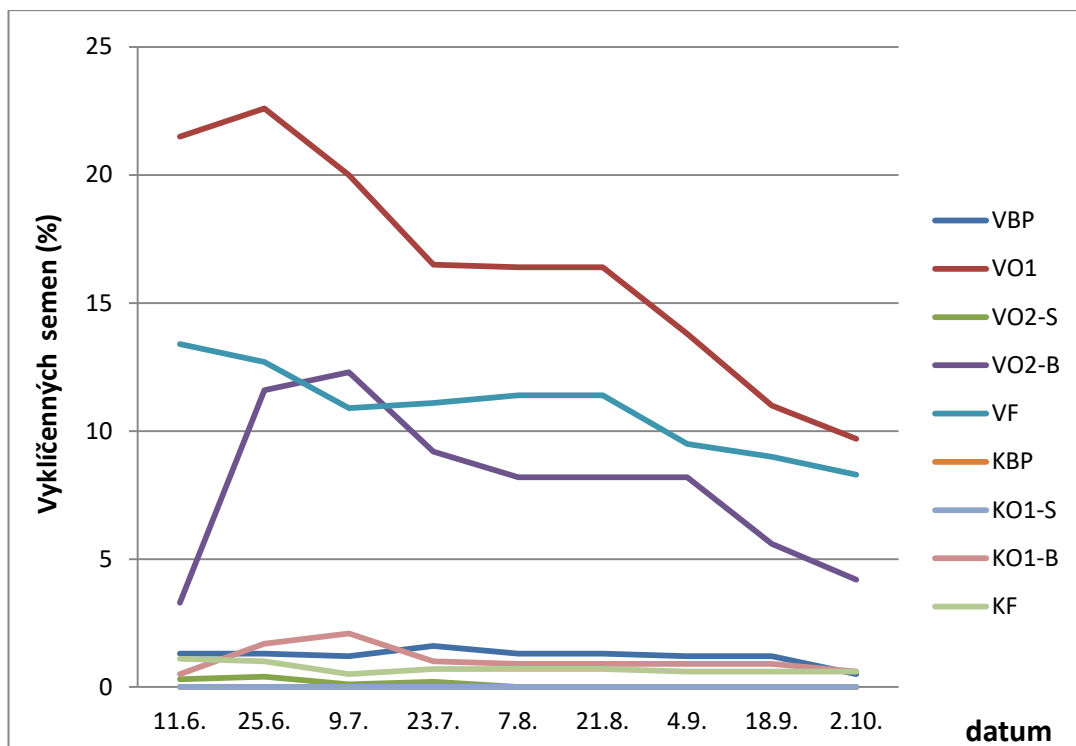


Graf č. 2 : Průměrný podíl vyklíčených semenáčků k danému datu na holině

U varianty pod porostem (tabulka č. 5) byly zaznamenány nejvyšší počty u VO1, na konci vegetačního období to bylo 9,7% ačkoli v prvních dvou měsících po výsevu se počty pohybovaly mezi 21% - 23%, což je více jak o polovinu méně. Druhé nejvyšší počty byly na ploškách VF 8,3%, zde byl pokles o 5,1%. U plošek VO2 – B 4,2% a VBP 0,5% byl průběh vegetační sezóny bez výraznějších rozdílů. Kontrolní plošky KBP a KO1-S byly od začátku pozorování bez semenáčků.

Tabulka č. 5 : Průměrný podíl vyklíčených semenáčků k danému datu pod porostem

hodnocené období	28.4.-11.6	12.6-25.6	26.6-9.7	10.7-23.7.	24.7.-7.8.	8.8-21.8.	22.8-4.9	5.9-18.9	19.9-2.10
suma srážek	43	24	21	113	24	9	3	35	0
průměrná teplota	13,5	15,1	15,9	16,5	16,5	16,5	14,5	12,5	12,5
<b>datum kontroly</b>	<b>11.6.</b>	<b>25.6.</b>	<b>9.7.</b>	<b>23.7.</b>	<b>7.8.</b>	<b>21.8.</b>	<b>4.9.</b>	<b>18.9.</b>	<b>2.10.</b>
varianty/prům za 5 opakování	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	semenáčků	semenáčků	semenáčků	semenáčků	semenáčků	semenáčků	semenáčků	semenáčků	semenáčků
<b>VBP</b>	1,3	1,3	1,2	1,6	1,3	1,3	1,2	1,2	0,5
<b>VO1</b>	21,5	22,6	20	16,5	16,4	16,4	13,8	11	9,7
<b>VO2-S</b>	0,3	0,4	0,1	0,2	0	0	0	0	0
<b>VO2-B</b>	3,3	11,6	12,3	9,2	8,2	8,2	8,2	5,6	4,2
<b>VF</b>	13,4	12,7	10,9	11,1	11,4	11,4	9,5	9	8,3
<b>KBP</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>KO1-S</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>KO1-B</b>	0,5	1,7	2,1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,6
<b>KF</b>	1,1	1	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6

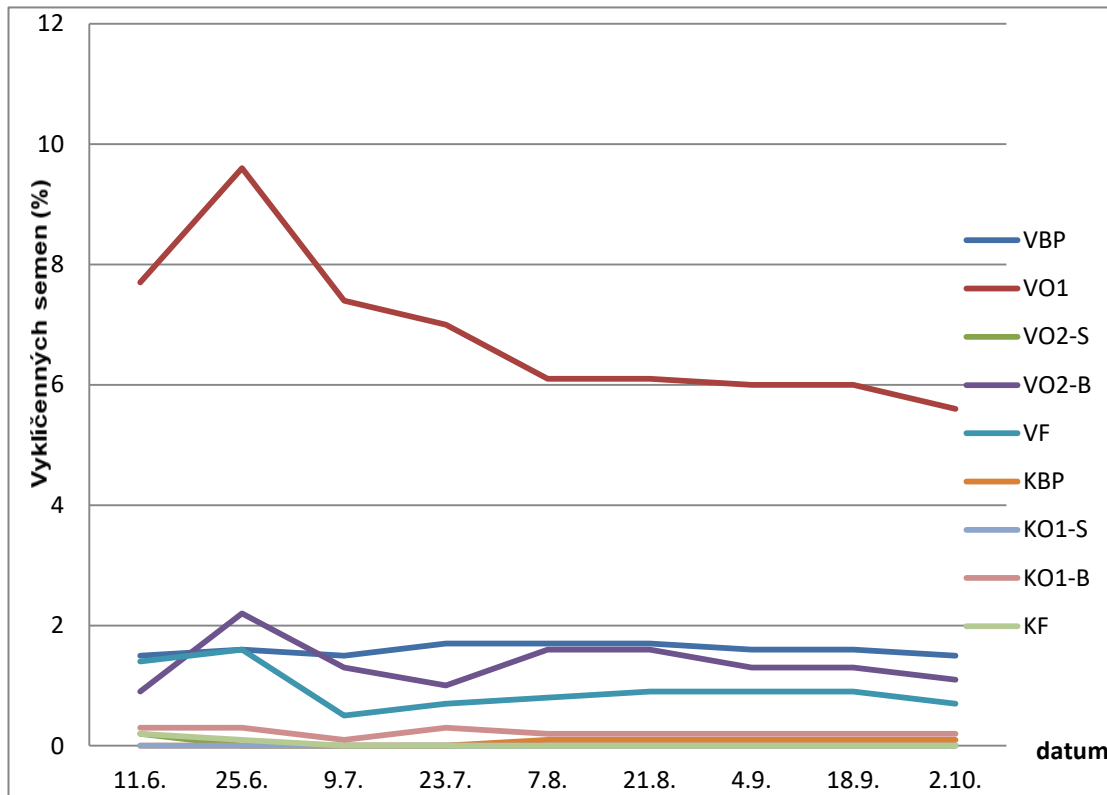


Graf č. 3 : Průměrný podíl vyklíčených semenáčků k danému datu pod porostem

Na zkusných plochách, které byly orientovány na jihovýchod, u varianty porostní stěna (tabulka č. 6) nebyly počty vyklíčených semen vysoké oproti holině a pod porostem. Nejvíce životaschopných semenáčků bylo spočítáno na VO1, na konci vegetačního období 5,6%. U plošek VBP 1,5% VO2-B 1,1%,VF 0,7%. U této varianty byly od data výsevu do konce vegetačního období počty vyrovnané s nízkou mortalitou.

Tabulka č. 6: Průměrný podíl vyklíčených semenáčků k danému datu u porostní stěny

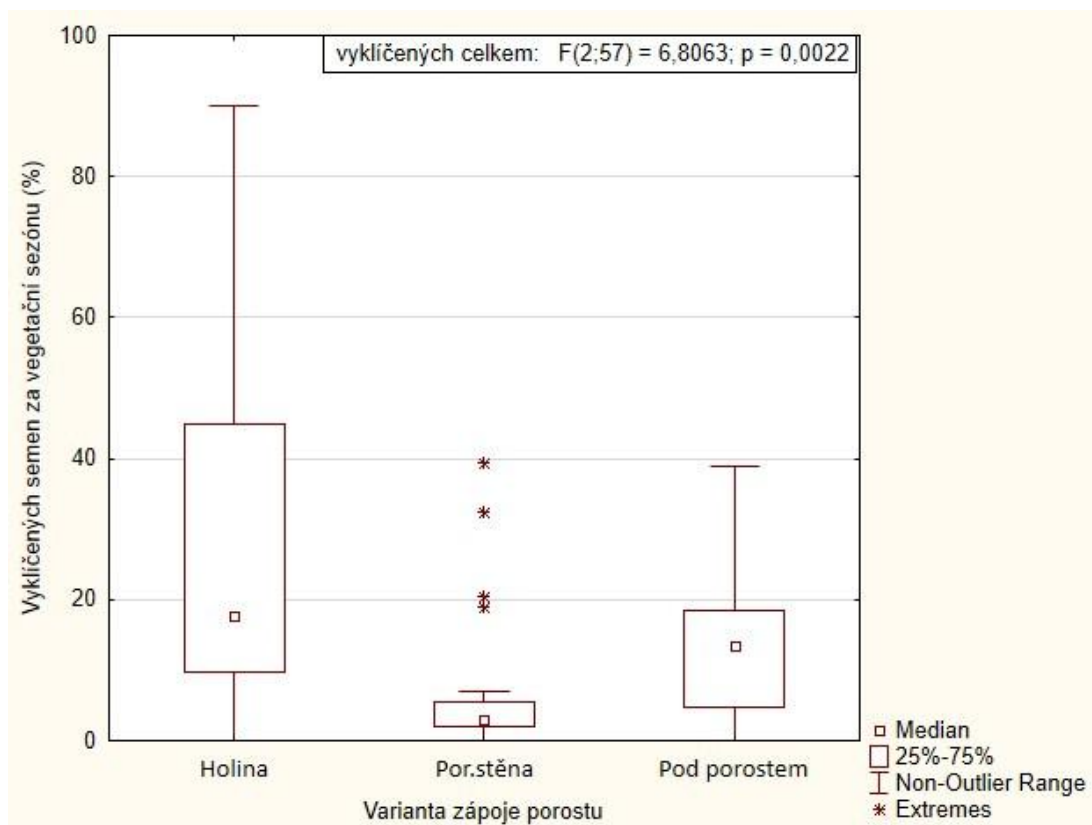
hodnocené období	28.4.-11.6	12.6-25.6	26.6-9.7	10.7-23.7.	24.7.-7.8.	8.8-21.8.	22.8-4.9	5.9-18.9	19.9-2.10
suma srážek	43 mm	24 mm	21 mm	113 mm	24 mm	9 mm	3 mm	35 mm	0 mm
průměrná teplota	13,5 °C	15,1°C	15,9°C	16,5°C	16,5°C	16,5°C	14,5°C	12,5°C	12,5°C
<b>datum kontroly</b>	<b>11.6.</b>	<b>25.6.</b>	<b>9.7.</b>	<b>23.7.</b>	<b>7.8.</b>	<b>21.8.</b>	<b>4.9.</b>	<b>18.9.</b>	<b>2.10.</b>
<b>varianty/prům za 5 opakování</b>	% semenáčků	% semenáčků	% semenáčků	% semenáčků	% semenáčků	% semenáčků	% semenáčků	% semenáčků	% semenáčků
<b>VBP</b>	1,5	1,6	1,5	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5
<b>VO1</b>	7,7	9,6	7,4	7	6,1	6,1	6	6	5,6
<b>VO2-S</b>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>VO2-B</b>	0,9	2,2	1,3	1	1,6	1,6	1,3	1,3	1,1
<b>VF</b>	1,4	1,6	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	0,7
<b>KBP</b>	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>KO1-S</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>KO1-B</b>	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>KF</b>	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0



Graf č. 4: Průměrný podíl vyklíčených semenáčků k danému datu u porostní stěny

V krabicovém grafu č. 5 jsou znázorněny hodnoty vyklíčených semen u jednotlivých variant zápoje porostu.

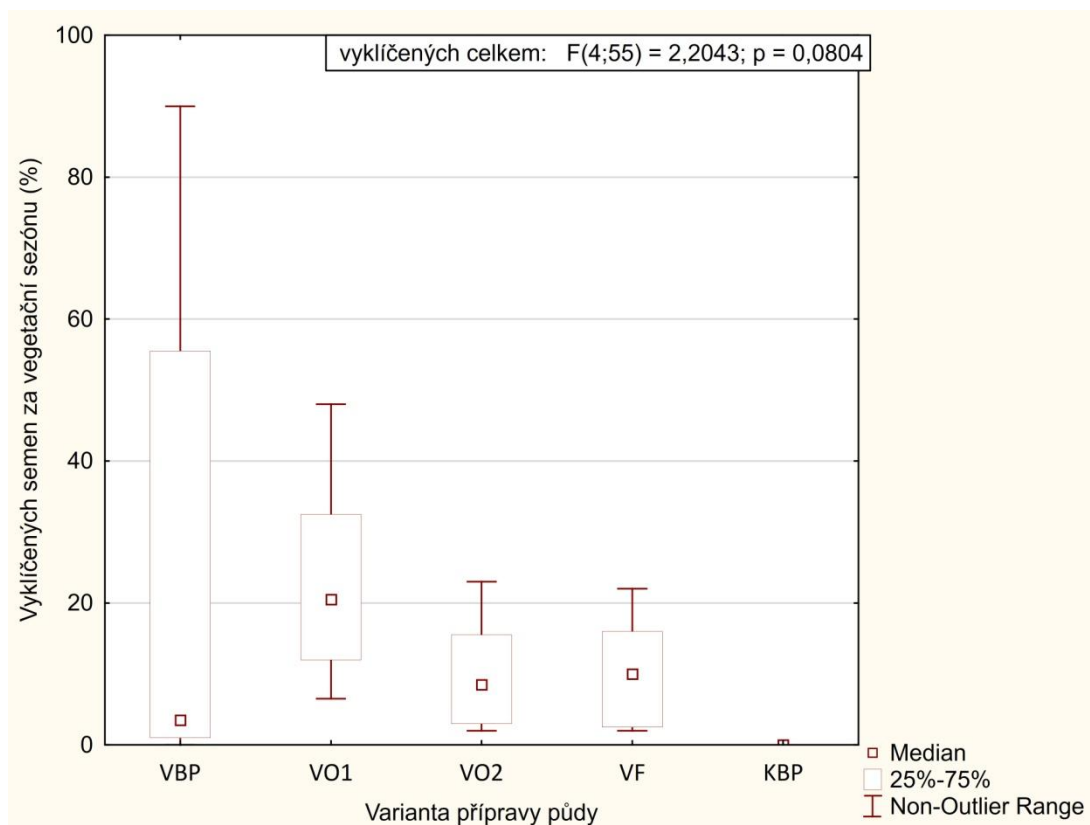
Jak je zjevné, největší počty byly zaznamenány na holině. Střední hodnota se pohybuje kolem 18%. Hodnoty s největší četností jsou od 10% - 45%. Na holině jsou zároveň počty s největším rozptylem 0 – 90%. U varianty porostní stěna je rozmezí nejčtetnějších hodnot mezi 2% - 6% se střední hodnotou 3%. U porostní stěny je rozptyl minimální. U varianty pod porostem je střední hodnota okolo 13%, nejčtetnější hodnoty se pohybují od 5% - 18%. Jsou zde zaznamenány 4 extrémní hodnoty. Rozptyl hodnot zjištěných pod porostem je druhý největší 0 – 40%.



Graf č. 5: Podíl celkem vyklíčených semen při různém zápoji porostu

U plošek s přípravou půdy orbou a výsevem do brázdy byly pozorovány největší počty vyklíčených semen. Střední hodnota 20%, rozsah nejčtetnějších hodnot je mezi 15% - 33% a rozptyl 7% - 38%. Druhé největší počty vyklíčených semen se nacházely na plochách VF se střední hodnotou okolo 10% a rozsahem četností 5% - 18%. Hodnoty na plochách VF vykazují malý rozptyl s maximem 22%. Jak se dá odečíst z grafu, hodnoty na plochách VO2 jsou podobné VF s minimálními rozdíly.

Na ploškách bez přípravy půdy byla zaznamenána střední hodnota 4% s rozsahem 2% - 55% a maximem 90%.



Graf č. 6: Podíl celkem vyklíčených semen na různých typech přípravy půdy

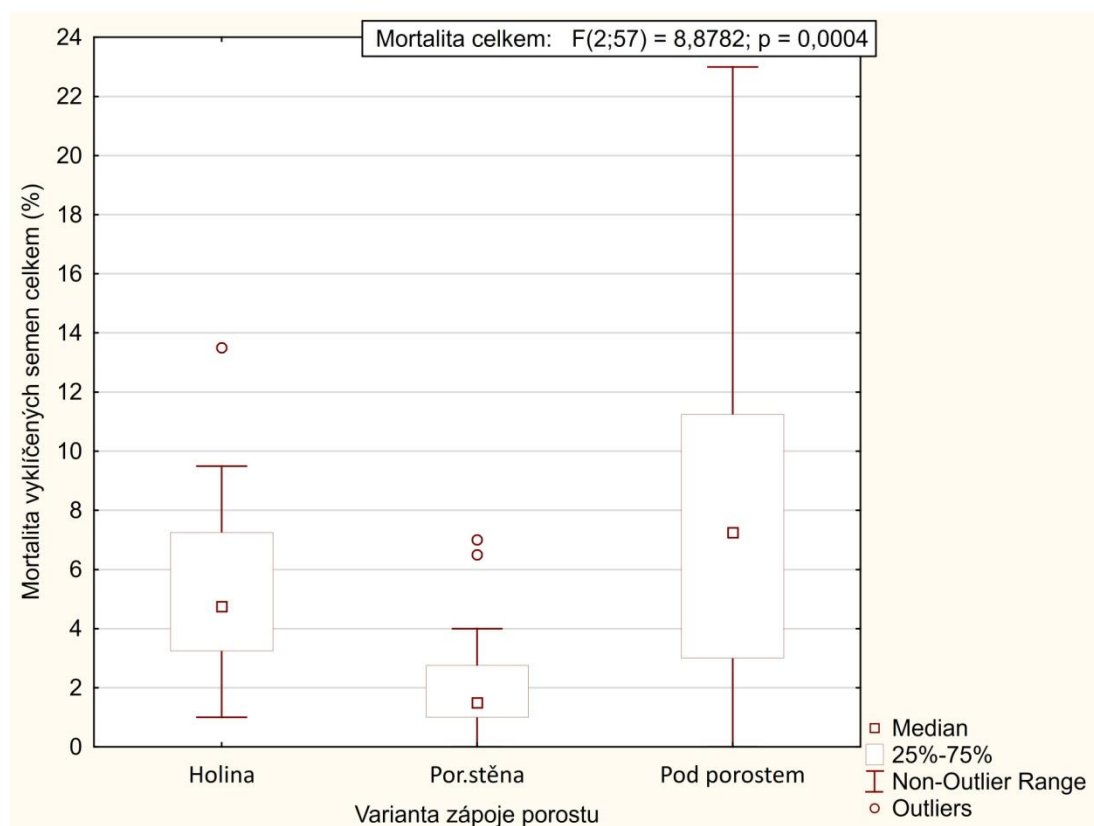
### 4.3. Mortalita vyklíčených semenáčků

Mortalita byla vyhodnocována v závislosti na druhu zápoje a na druhu přípravy půdy.

V grafu č. 7 jsou znázorněny hodnoty mortality vyklíčených semen u jednotlivých variant zápoje porostu.

Největší mortalita byla pozorována u varianty pod porostem. Zde byl medián okolo 8%, nejčtenější hodnoty jsou v rozmezí 3% - 11% a maximální hodnota 23%. Druhá nejvyšší mortalita byla zjištěna na holině. Střední hodnota 3% rozsah hodnot 3% - 7% s minimem 1%, maximem 9% a jednou odlehlou hodnotou okolo 14%. Nejmenší mortalita byla u varianty porostní stěna. U porostní stěny byl zároveň nejmenší rozptyl hodnot s maximem 4%,

byly sledovány dvě odlehlé hodnoty, nejčtenější hodnoty 1% - 3% s mediánem okolo 1%.



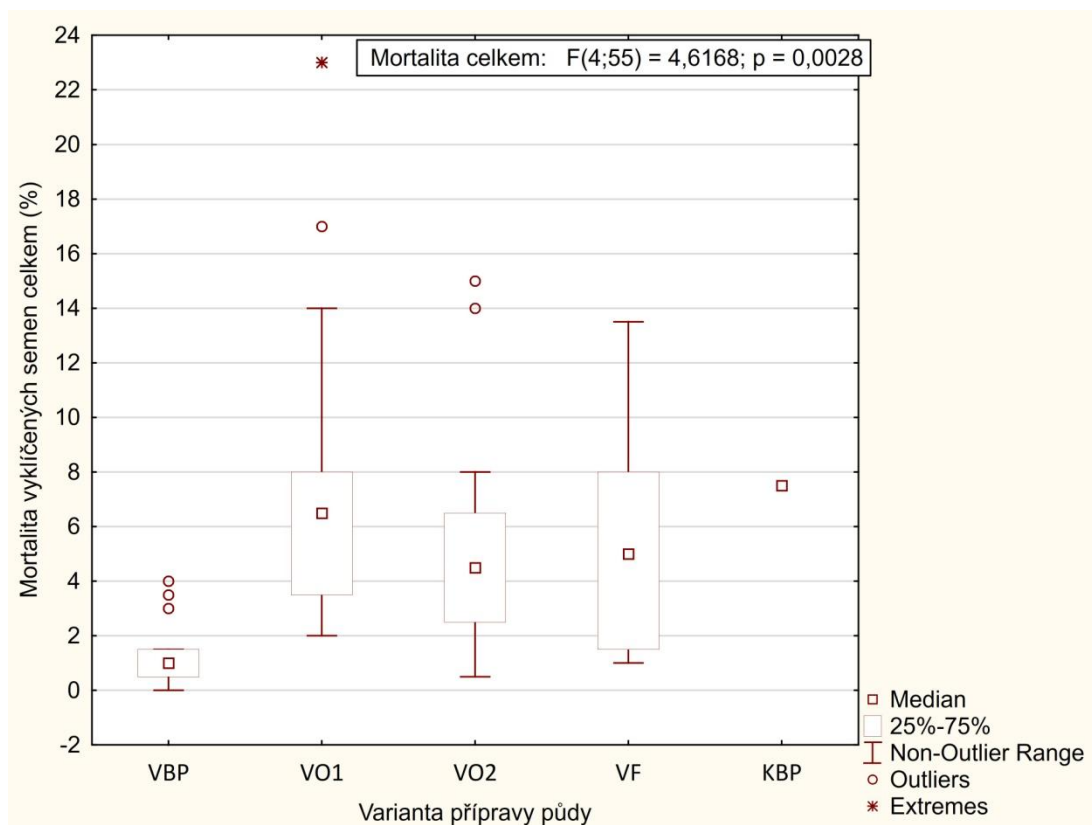
Graf č. 7: Mortalita vyklíčených semen při různém zápoji porostu

Graf č. 8 obsahuje hodnoty mortality na plochách s různou přípravou půdy.

Nejvyšší hodnoty mortality se vyskytovaly na ploškách VO1. Hodnoty s největší četností se pohybují od 3,5% - 8% s mediánem 6%. U tohoto druhu výsevu se vyskytuje jedna odlehlá hodnota 17% a jedna extrémní 23%. Druhá největší úmrtnost byla na ploškách VF s rozsahem hodnot 2% - 8% a střední hodnotou 5%. U plošek VO2 byl medián 4,5%, rozsah hodnot 2,5% - 6,5% s malým rozptylem a dvěma odlehlými hodnotami 14% a 15%.

Nejmenší mortalita byla sledována na plochách bez přípravy půdy se střední hodnotou 10% a minimálním rozptylem.





Graf č. 8: Mortalita vyklíčených semen na různých typech přípravy půdy

## 5. Diskuse

### 5. 1. Dynamika klíčení semen

Od data výsevu, které bylo 30. 3. 2016, vrcholil průběh klíčení semen ve druhé polovině června. V časovém rozmezí 12. 6. - 25. 6. byly u všech variant zápoje porostu zaznamenány nejvyšší počty vyklíčených semenáčků. V tomto období byl naměřen srážkový úhrn 24 mm a průměrná denní teplota 15,1°C. Za celé vegetační období byl úhrn srážek 272 mm. V průběhu července a první poloviny srpna klíčení semen probíhalo pozvolně v malých

počtech. Po 21. 8. do konce vegetačního období byly počty vyklíčených semenáčků nulové u všech variant.

(Bílek a kol. 2018) uvádí nejvyšší počty vyklíčených semen od 13. 6. – 27. 6. z lokalit Severočeská pískovcová plošina a Západočeská pahorkatina.

## 5. 2. Vliv zápoje porostu

Při posuzování míry ovlivnění zápoje porostu na klíčení semen byl největší podíl vyklíčených semenáčků na holině 18%. Zkusné plochy na holině byly orientovány na jihovýchod s dobou oslunění 7 – 9 hodin denně. (Kantor a kol 1975) uvádí nejlepší výsledky v procentu klíčivosti při osvětlení 6 – 8 hodin. Na holině byly zároveň zachyceny veškeré atmosférické srážky, což mělo pozitivní vliv na klíčení a růst.

Na plochách u porostní stěny byl průměrný podíl vyklíčených semen 3% a pod porostem se zakmeněním 0,5 – 0,6 to bylo 13%.

(Bílek a kol.2018) uvádí pozitivní vliv polostínu a zálivky 50% na klíčení a růst semenáčků, což zhruba odpovídá našemu zakmenění a úhrnu srážek.

## 5. 3. Vliv přípravy půdy

Pozitivní vliv přípravy půdy byl nejvíce patrný především na plochách pod porostem, kde vegetační pokryv tvoří porosty borůvky, které nejen že vytranspirují velké množství vody (Polena, Vacek a kol. 2011) uvádí hodnoty 0,5 – 0,9 mm za den, ale prakticky znemožní semenům kontakt s minerální půdou. Vysoká vrstva surového humusu porostlá borůvkou ovlivňuje půdní vlhkost horizontu, která je až o 5 % nižší. Z celkového množství nalitného semene vyklíčí pouze 0,5 – 2 % z celkového množství semene (Peřina 1969). Na plochách bez přípravy půdy pod porostem byl podíl vyklíčených semen na konci vegetačního období 0,5 %. Pro srovnání, na plochách s přípravou půdy orbou to bylo 9,7 % a půdní frézou 8,3 %.

(Peřina 1969) porovnával na stanovištích s písčitymi půdami, které mají nízkou vodní kapacitu a 7 – 9 cm silnou humusovou vrstvou porostlou borůvkou, tři způsoby přípravy půdy.

**Rotavátor** - promísení humusové vrstvy s minerální půdou do hloubky 10 – 13 cm.

**Zraňovač půdy** – strhnutí humusové půdy s vegetačním pokryvem a obnažení minerální půdy.

**Pluh** – překlopení vegetačního pokryvu s humusovou vrstvou a vytvoření brázd v minerální půdě o hloubce 8 – 10 cm.

V první vegetační sezóně po přípravě půdy vyhodnocoval množství vyklíčených jedinců na připravovaných plochách a zjistil, že na půdách připravených zraňovačem byl podíl vyklíčených semen 13,2 %, v brázdách po pluhu 8,7 % a po rotavátoru 1,3 %, na plochách bez přípravy půdy 0,5 %. Ve třetí vegetační sezóně to bylo u zraňovače 7,1 %, u pluhu 6,5 %, u rotavátoru 1,3%.

V naší lokalitě byl největší podíl vyklíčených semen se střední hodnotou 20 % zaznamenán na plochách s přípravou půdy orbou, s hloubkou brázdy 13 – 18 cm, u půdní frézy s promísením vrstvy humusu s půdou v hloubce 10 – 14 cm 10 % a na plochách bez přípravy půdy 4 %.

Z uvedených skutečností vyplývá pozitivní vliv přípravy půdy na vývoj obnovy.

#### 5. 4. Mortalita

Na plochách, kde byla vyhodnocována mortalita v závislosti na druhu zápoje porostu, byly největší průměrné hodnoty mortality 8 % zaznamenány pod porostem, kde byl průměrný podíl vyklíčených semen 13 %. Tento pokles mohl ovlivnit vláhový deficit ve druhé polovině vegetační sezóny.

Podle (Chrousta 1997) je míra intercepce ve 100 letých porostech 20 %. V našich podmínkách od druhé poloviny července do začátku října byl úhrn srážek 71 mm, když odečteme intercepční ztrátu, tak pod porostem spadlo pouhých 57 mm ve druhé polovině vegetační sezóny.

Průměrná mortalita na holině se pohybovala okolo 3% a u porostní stěny 1%

## 6. Závěr

Na Jindřichohradecku byl hodnocen vliv zápoje porostu a přípravy půdy na klíčení semen borovice lesní v přirozených podmínkách jejího růstu.

V průběhu vegetační sezóny semena nejvíce klíčila ve druhé polovině a ke konci června.

Z hlediska druhu zápoje, byla nejvhodnější varianta na holině, kde byl podíl vyklíčených semenáčků 18%.

Jako nejvhodnější druh přípravy půdy se ukázala být orba, u které bylo 20% vyklíčených semenáčků.

Mortalita v souvislosti se zápojem porostu byla u varianty pod porostem 8% a největší mortalita byla u přípravy půdy orbou 6%.

Doporučeným způsobem obnovy borových porostů v této lokalitě může být smýcení mateřského porostu s ponecháním nejkvalitnějších stromů jako výstavků v počtu 10 až 15 ks na hektar rovnoměrně rozmístěných po obnovované ploše s celoplošnou přípravou půdy talířovou frézou.

## 7. Seznam literatury

Baláš, M., Kuneš, I. (2014). Biologické základy pěstování lesů. Česká zemědělská univerzita v Praze. 49 – 52 s. ISBN 978-80-213-2499-2

Bílek, L. a kol. (2017). Ekologicky orientované pěstování borových porostů v podmínkách nižších až středních poloh. Lesnický průvodce. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady Jíloviště. 12 – 13 s. ISBN 978-80-7417-149-9

Bílek, L. a kol. (2018). Pěstební a ekonomické aspekty clonné obnovy borovice lesní. Lesnický průvodce. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady Jíloviště. 13,16 - 17 s. ISBN 978-80-7417-169-7

Brusinský, R., Velebil, J. (2011). Borovice v České republice. Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví. Praha. 9, 77 s. ISBN 978-80-85116-90-8

Černý, Z. (1999). Chemická příprava půdy pro přirozenou a umělou obnovu lesa pomocí herbicidů roundup klasic a biaktiv, Lesnická práce. 9/99. 425 s.

Dančáková, H. (2008). Přirozená obnova borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) Na hospodářském souboru 13 (přirozená borová stanoviště) u vls čr s.P., Divize mimoň. Přirozené zmlazování borovice. 7 s. ISBN 978-80-02-02070-7

Hejnák, V. a kol. (2008). Fyziologie rostlin. Česká zemědělská univerzita v Praze. 73 - 78 s. ISBN 978-80-213-1667-6

Chroust, L. (1997). Ekologie výchovy lesních porostů. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. Opočno. 15, 24, 144 s. ISBN 80-238-0889-3

Chytrý, M. a kol. (2001). Atlas biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. 197 s. ISBN 978-80-87457-03-0

Jančařík, V. (2000). Nebezpečné a zavlečené choroby v lesních školkách. Lesnická práce. 3/00. 117 s.

Kantor, J. a kol. (1975). Zakládání lesů. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 97, 409 s.

Kulhavý, J., Betušová, M., Lesná, J. (2002). Lesnická práce 2/81.

Lesní zákon. Internetový zdroj. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-289?text=Lesn%C3%AD+z%C3%A1kon.2.4.2019> (cit. 14. 4. 2019).

Martincová, J. (1998). Pokyny pro pěstování sadebního materiálu borovice lesní a metodika hodnocení jeho morfologické a fyziologické kvality. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. Opočno. 2 s.

Mauer, O. (2009). Zakládání lesů I.. Mendelova lesnická a zemědělská univerzita v Brně. 73 s.

Mauer, O. a kol. (2011). Zakládání lesů II.. Mendelova lesnická a zemědělská univerzita v Brně. 82 s.

Mikeska, M., Vacek, S. (2008). Lesnicko-typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR. Lesnická práce s. r. o. 26 – 33 s. ISBN 978-80-87154-20-5

Musil, I., Hamerník, J. (2003). Lesnická dendrologie I. Jehličnaté dřeviny. Česká zemědělská univerzita v Praze. 47 – 51 s. ISBN 80-213-0992

Nárovcová, J., Nárovec V. (2013). Pěstební opatření k udržení kvality borových mlazin. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady Jíloviště. 7/13. 14 s. ISBN 978-80-7417-076-8

Nárovcová, J., Nárovec, V. (2012). Kritéria výběru sadebního materiálu borovice lesní pro stanoviště ohrožovaná suchem. Lesnický průvodce. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady Jíloviště. 12 – 13 s. ISBN 978-80-7417-061-4

Nárovcová, J., Nárovec, V. (2019). Kontrola kvality semenáčků a sazenic borovice lesní. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. Opočno. 2 s.

Patera, V. (2016). Lesní hospodářský plán 2016 – 2025, Obec Jarošov nad Nežárkou

Peřina, V. (1969). Zlepšení podmínek pro přirozenou obnovu borovice. Lesnická práce. 8. 532 - 535 s.

Pešková, V. (2005). Padání a kořenové hniloby semenáčků. Lesnická práce. 05. 3 s.

Pešková, V., Čížková, D. (2015). Lesnická fytopatologie. Česká zemědělská univerzita. Praha. 20 – 22 s. ISBN 978-80-213-2603-3

Pešková, V., Soukup, F., (2002). LOS Plíseň šedá. Lesnická práce 11/2002. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady Jíloviště. 3 s.

Podrázský, V. (2014). Ekologie lesa. Česká zemědělská univerzita v Praze. 52 – 55 s.

Poleno, Z., Vacek, S. (2009). Praktické postupy pěstování lesů. Lesnická práce s. r. o. 226 – 230 s. ISBN 978-80-87154-34-2

Poleno, Z., Vacek, S. a kol. (2011). Ekologické základy pěstování lesů. Lesnická práce s. r. o. 19, 28, 34 s. ISBN 978-80-87154-99-1

Slodičák, M., Novák, J., Dušek, D. (2013). Výchova porostů borovice lesní. Lesnický průvodce. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady Jíloviště. 5/13. 7 – 8 s. ISBN 978-80-7417-069-0

Šindelář, J., (2004). Přirozená obnova borovice lesní. Lesnická práce. 8/04.

Tolasz, R. (2007). Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav. Praha. ISBN 978-80-86690-26-1

Úředníček, L., Chmelař, J. (1995). Dendrologie lesnická 1. část, Jehličnany. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 42 – 43 s. ISBN 80-7157-162-8

Ústav hospodářské úpravy lesů.(2017). Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2017. Ministerstvo zemědělství. Praha. 23 s. ISBN 978-80-7434-477-0

Vyhláška č. 139/2004. Internetový zdroj. <https://zakonyprolidi.cz/cs/2004-139>. 1. 4. 2004 (cit. 14. 4. 2019)

Zahradník, P. ed. (2014). Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. Lesnická práce s. r. o. 67 – 84 s. ISBN 978-80-7458-057-4

Zákon č. 149/2003. Internetový zdroj. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-149>. 1. 7. 2017 (cit. 14. 4. 2019)



## 8. Přílohy



Obrázek č. 2 Zkusné plochy pod porostem



Obrázek č. 3 Zkusné plochy na holině



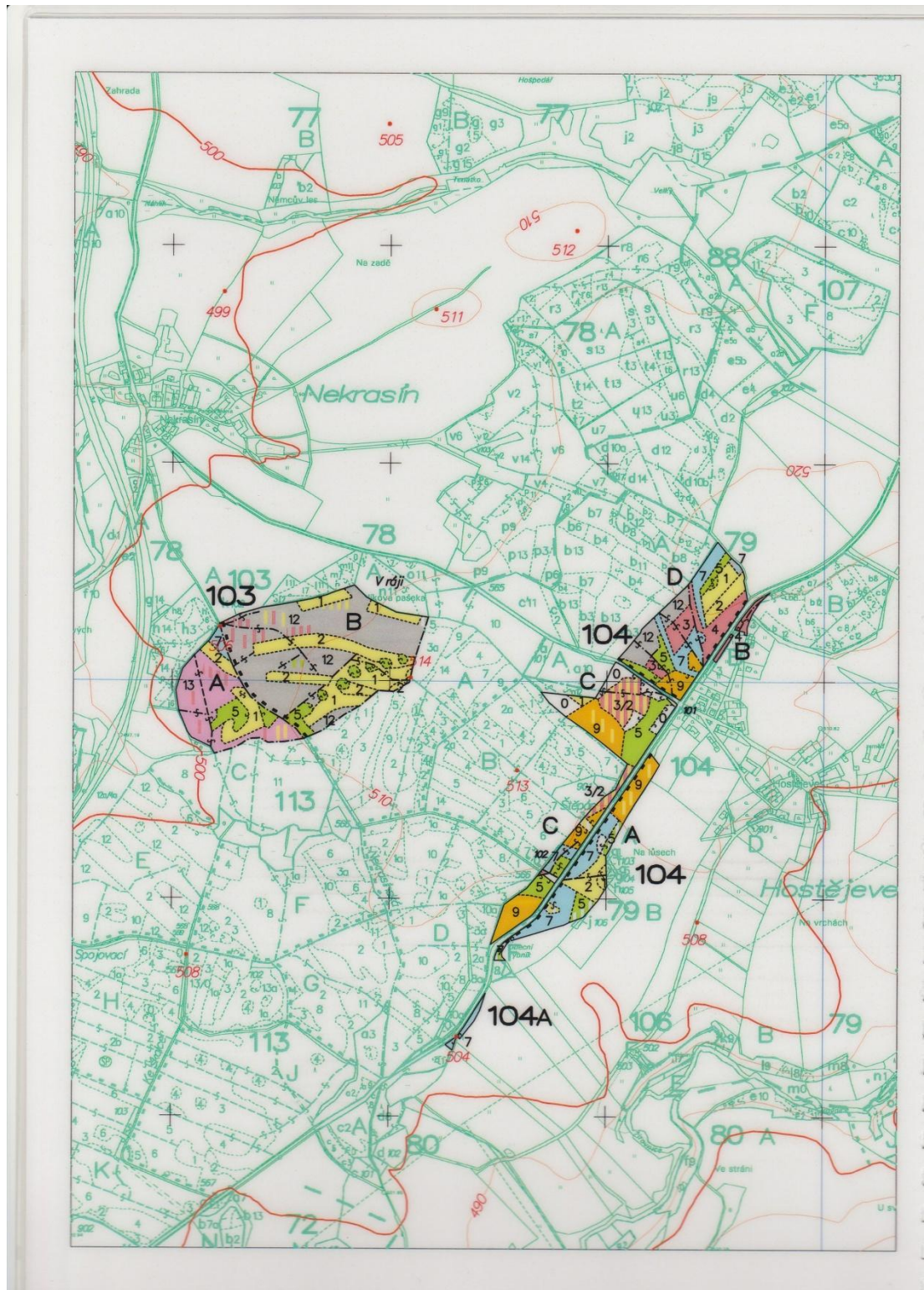
Obrázek č. 4 Zkusné plochy u porostní stěny



Obrázek č. 5 Příprava půdy – půdní fréza



Obrázek č. 6 Příprava půdy - orba



Obrázek č. 7 Porostní mapa