

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie



**Hodnocení charakteristik semenáčků smrku
v závislosti na zápoji porostu**

Bakalářská práce

autor: Martin Leiner

vedoucí bakalářské práce: Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D.

PRAHA 2018



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| | |
|------------------------------|--|
| Autor práce: | Martin Leiner |
| Studijní program: | Lesnictví |
| Obor: | Lesnictví |
| Vedoucí práce: | Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D. |
| Garantující pracoviště: | Katedra ekologie lesa |
| Jazyk práce: | Čeština |
| Název práce: | Hodnocení charakteristik semenáčků smrku v závislosti na zápoji porostu |
| Název anglicky: | Evaluation of Norway spruce seedlings characteristics and canopy influence |
| Cíle práce: | Vyhodnotit přirozenou obnovu smrku ztepilého v nejmladší fázi po změně porostních podmínek (odtěžení porostu) z hlediska mortality, kvalitativních a kvantitativních znaků a popsat hlavní stanovištní faktory, které mají na tuto obnovu vliv. |
| Metodika: | <ol style="list-style-type: none">1. Získání základního přehledu na základě publikovaných informací k danému tématu.2. Vytýčení zkušných ploch v původním a odtěženém porostu.3. Popis stanovištních podmínek (zápoj, porostní podmínky-konkurence, bylinné patro...).4. Průběžné měření parametrů semenáčků (počet na plochu, mortalita, poškození).5. Změření výškového a tloušťkového přírůstu a mortality za celou sezónu (květen-říjen).6. Vyhodnocení dat a zpracování práce po formální stránce. |
| Doporučený rozsah práce: | 30-35 str. |
| Klíčová slova: | přirozená obnova, <i>Picea abies</i> , mortalita semenáčků, změna zápoje porostu, kompetice |
| Doporučené zdroje informací: | <ol style="list-style-type: none">1. de Chantal M., Leinonen K., Kuuluvainen T., Cescatti A. (2003): Early response of <i>Pinus sylvestris</i> and <i>Picea abies</i> seedlings to an experimental canopy gap in boreal spruce forest. <i>Forest Ecology and Management</i>, 176: 321-336.2. Erefur Ch., Bergsten U., de Chantal M. (2008): Establishment of direct seeded seedlings of Norway spruce and Scots pine: Effects of stand conditions, orientation and distance with respect to shelter tree, and fertilisation. <i>Forest Ecology and Management</i>, 255: 1186-1195.3. Metsläid M., Jõgiste K., Nikinmaa E., Moser W.K., Porcar-Castell A. (2007): Tree variables related to growth response and acclimation of advance regeneration of Norway spruce and other coniferous species after release. <i>Forest Ecology and Management</i>, 250 (1-2): 56-63.4. Rozman A., Diaci J., Krese A., Fidej G., Rozenberger D. (2015): Forest regeneration dynamics following bark beetle outbreak in Norway spruce stands: Influence of meso-relief, forest edge distance and deer browsing. <i>Forest Ecology and Management</i>, 353: 196-207.5. Stuiver B.M., Wardle D.A., Gundale M.J., Nilsson M.-Ch. (2016): Seedling responses to changes in canopy and soil properties during stand development following clear-cutting. <i>Forest Ecology and Management</i>, 378: 31-43. |
| Předběžný termín obhajoby: | 2017/18 LS - FLD |

Elektronicky schváleno: 29. 6. 2017
prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 15. 2. 2018
prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.
Děkan

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Hodnocení charakteristik semenáčků smrku v závislosti na zápoji porostu vypracoval samostatně pod vedením Ing. Ivy Ulbrichové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V dne

.....

Poděkování

Děkuji všem, kteří se jakýmkoliv způsobem podíleli na vzniku této práce, především Ing. Ivě Ulbrichové, Ph.D. za vedení, odbornou pomoc, rady a připomínky, které mi poskytovala během vypracování celé práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Romanu Modlingerovi, Ph.D. za pomoc při statistickém zpracování dat. V neposlední řadě bych rád poděkoval Lukášovi Leinerovi za poskytnutí zkusných ploch, přátelům a rodině za trpělivost a podporu během mého studia.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá charakteristikami jednoletých semenáčků smrku ztepilého v závislosti na zápoji porostu. Výzkum se uskutečnil v soukromé oboře Bědovice, která je částí obce Třebechovice pod Orebem v nadmořské výšce okolo 250-260 m. n. m. V porostech po úmyslném vytěžení z důvodu výskytu kůrovce, byly vytyčeny tři plochy o výměře 10-15 arů, na kterých se vyskytovala přirozená obnova. Na každé ploše bylo náhodně vytyčeno 15 zkusných plošek, na kterých bylo provedeno měření charakteristik semenáčků na začátku a na konci vegetační doby. Současně byla sbírána i klimatická data. Množství pozorovaných semenáčků bylo 367, mortalita se pohybovala okolo 15 %, poškození průměrně okolo 20 %. Výsledky nám ukázaly, že nelze jednoznačně určit ideální zápoj pro četnost semenáčků, avšak četnost rostla se zvyšující se vzdáleností od nejbližšího stromu spolu s hrabankovým pokryvem půdy. Stejně tak se snižujícím se zápojem mateřského porostu rostl i výškový přírůst semenáčků.

Klíčová slova: přirozená obnova, smrk ztepilý, mortalita semenáčků, změna zápoje porostu, kompetice

Abstract

The bachelor thesis deals with the characteristics of Norway Spruce seedlings and the effect of the canopy of mature forest stand. The research was carried out in the private game reserve of Bědovice, which is a part of the Třebechovice pod Orebem city at an altitude of about 250-260 m. In the game reserve, three localities covering the area of 10-15 a were set up on the natural regeneration areas after intentional mature trees extraction due to the existence of bark beetle. On each area, 15 plots were randomly allocated, on which the seedling characteristics were measured at the beginning and at the end of the growing season. At the same time, climatic data was collected. The number of seedlings observed was 367, the mortality was about 15 %, the damage was about 20 % on average. The results have shown us that it is not possible to clearly identify the ideal canopy for the seedlings frequency. However, the natural regeneration frequency was increasing with increased distance to the nearest tree along with the coverage of litter on the soil surface.

Keywords: natural regeneration, Norway Spruce, seedling mortality, change of canopy, competition

Obsah

| | |
|--|----|
| Úvod | 8 |
| 1. Literární rešerše | 9 |
| 1.1 Smrk ztepilý | 9 |
| 1.1.1 Rozšíření v Evropě | 9 |
| 1.1.2 Rozšíření v České republice | 11 |
| 1.1.3 Zastoupení smrku | 12 |
| 1.1.4 Popis druhu | 13 |
| 1.2 Ekologické nároky smrku ztepilého | 15 |
| 1.2.1 Voda | 16 |
| 1.2.2 Světlo | 17 |
| 1.2.3 Půda | 18 |
| 1.2.4 Teplo | 19 |
| 1.2.5 Vítr | 20 |
| 1.3 Obnova lesa | 21 |
| 1.3.1 Přirozená obnova lesa | 21 |
| 1.3.2 Umělá obnova | 23 |
| 2. Metodika | 25 |
| 2.1 Zájmové území | 25 |
| 2.2 Meteorologická data | 26 |
| 2.2.1 Srážky | 26 |
| 2.2.2 Teplota | 27 |
| 2.3 Pedologie | 28 |
| 2.3.1 Pokusné plochy | 28 |
| 2.3.2 Fytocenologické snímky | 29 |
| 2.4 Výběr zkusných ploch | 30 |
| 2.5 Statistické metody použité pro vyhodnocování | 31 |
| 3. Výsledky měření | 32 |
| 3.1 Počty jedinců přirozené obnovy | 32 |
| 3.2 Výškový a tloušťkový přírůst semenáčků | 33 |
| 3.3 Vliv mikrostanoviště na přírůst | 36 |
| 3.4 Poškození | 38 |
| 3.5 Mortalita | 40 |
| 4. Diskuze | 42 |
| 5. Závěr | 44 |
| 6. Použitá literatura | 45 |

Úvod

Královehradecko ve východních Čechách patří do lokalit s výrazně proměnlivou nadmořskou výškou, severovýchodní hranici regionu tvoří Orlické hory, které jsou zároveň hranicí České republiky s Polskem. Ze západní části regionu směrem na východ postupně ustupuje zemědělská krajina a v podhůří Orlických hor začínají převažovat lesní celky. V kraji by měla být přirozeně zastoupena především listnatá společenstva. V roce 2014 však 75 % celkového lesního porostu tvořily jehličnany, především smrky (Mžp, 2014). Přesto, že smrk je zde nepůvodní dřevinou, dosahuje poměrně značných přírůstků, ikdyž je v monokulturách náchylný na poškození abiotickými i biotickými činiteli. V České republice je smrk pěstován téměř na polovině rozlohy lesů (Zelená zpráva, MZe). Přes vysoký zájem o smrkové dřevo však pomalu klesá jeho podíl zastoupení, a to především z ekologických důvodů. V nižších polohách, vzhledem k dnešním klimatickým výkyvům, nemá smrk optimální podmínky pro růst. Pro smrk je především limitujícím faktorem nedostatek vody, potom vysoké teploty v období vegetační doby (Úradníček, 1998; Musil, 2003). Jednou z možností, jak úspěšně pěstovat smrk v nižších polohách, je jeho přirozená obnova, u které je možné předpokládat, že bude vitálnější, a tedy i odolnější vůči klimatickým výkyvům (Korpeľ, 1991).

Tato bakalářská práce se zabývá přirozenou obnovou Smrku ztepilého (*Picea abies*) v soukromé oboře v okolí města Třebechovice pod Orebem, která je vzhledem k nadmořské výšce okolo 250 m. n. m. nepřirozeným stanovištěm. V rámci výzkumu byly na třech lokalitách založeny pokusné plochy, na kterých bylo náhodně vytyčeno 15 zkusných plošek. Na začátku a na konci vegetační doby byly měřeny charakteristiky semenáčků smrku v závislosti na zápoji porostu na jednotlivých lokalitách.

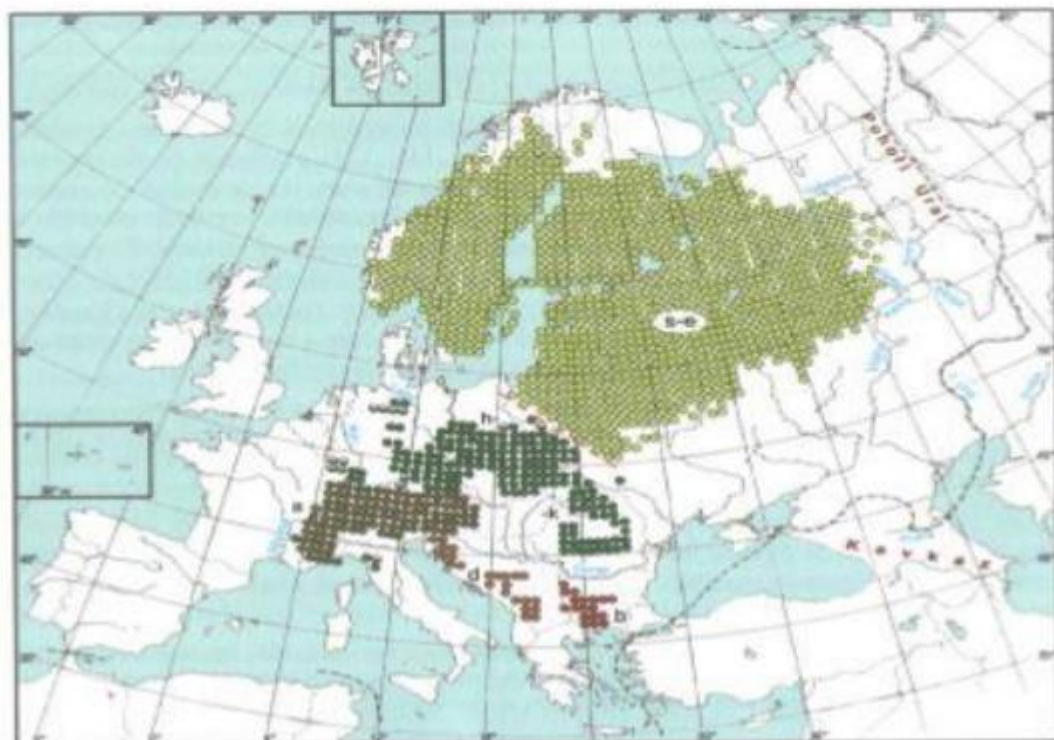
Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit charakteristiky semenáčků smrku z přirozené obnovy a charakterizovat vliv zápoje mateřského porostu na přirozenou obnovu. Mimo to zjistit, jestli jsou smrkové porosty schopny v současné době, při nynější klimatických podmínkách, v oboře Bědovice zajistit přirozenou obnovu zmlazením. Zejména, zdali jsou semenáčky životaschopné, početně a kvalitativně dostačující pro zajištění nového smrkového porostu. Dalším cílem bylo vyhodnotit přírůstek, určit vhodné mikrostanovištní podmínky pro smrk, zhodnotit poškození, vliv klimatických podmínek, bylinného patra a především zápoje.

1. Literární rešerše

1.1 Smrk ztepilý

1.1.1 Rozšíření v Evropě

Smrk ztepilý zaujímá rozlehlý euroasijský areál, který zasahuje přes celou Sibiř až k Ochotskému moři na východě (Úradníček, 1998). V současné době je možné jej rozdělit na dvě oblasti – Středoevropsko-balkánskou a Severoevropskou, které jsou odděleny tzv. středo-polskou disjunkcí (Musil, Hamerník, 2003).



Obr. 1: Areál rozšíření smrku ztepilého (Musil, Hamerník, 2007)

Plochou větší je severoevropská oblast, která se od Středoevropsko-balkánské odlišuje především nižší nadmořskou výškou a stálejším výskytem smrku, který pouze omezeně zasahuje do výše skandinávských pohoří. Za hlavní oblasti rozšíření můžeme pokládat rozsáhlá území ruské části sv. Evropy, zahrnující jeho hybridní roj se smrkem sibiřským, na který plynule navazuje. Na východě končí ve středním Povolží (Musil, Hamerník, 2003).

Středoevropsko-balkánská oblast zaujímá především horské soustavy střední a jihovýchodní Evropy. V této části areál smrku netvoří souvislé území a rozpadá se do jednotlivých horstev (Úradníček, 1998). Osídlení smrku v této oblasti probíhalo v poledové době především z jižních a jihovýchodních refugií v jv. Evropě. Vylisujeme 4 podoblasti, které byly vzájemně propojené během vývoje:

- a) Hercynsko-karpatská podoblast – rozprostírající se od Černého lesa na západě skrz německé hornatiny na východ přes horské oblasti Českých zemí a postupně přes celé Karpaty do Transylvánských Alp (Úradníček, 1998).
- b) Alpská oblast – která zahrnuje celý alpský systém (Musil, Hamerník, 2003)
- c) Dinárská oblast – rozprostírající se v nejvyšších partiích Dinárských Alp z Jugoslávie až do severní Albánie (Úradníček, 1998)
- d) Rhodopská oblast – která zaujímá hlavně pohoří jižního Bulharska, (tj. Rila, Pirin, Rhodopy) a dále také nejvyšší polohy v pohoří Stara Planina a skupiny Vitoše (Úradníček, 1998).

Zbylé části Evropy, zejména celá západní Evropa a Středomoří, jsou mimo areál smrku (Úradníček, 1991). Severní hranici přirozeného areálu smrku tvoří hranice chladu, kterou určuje minimální délka vegetační doby (2-2,5 měsíce), která je pro smrk limitující z důvodu reprodukce. Východní hranici přirozeného areálu smrku (tj. Východní Karpaty a pohoří Rodopy) zřejmě limituje nedostatek vláhy. Jako minimální množství potřebných srážek pro smrk ve středu Evropy se považuje 600 mm, přičemž z toho 300 mm ve vegetační době (Musil, Hamerník, 2003). Západní hranici přirozeného areálu smrku ovlivňuje především výlom a postup vegetace v období glaciálu a postglaciálu. Vyskytují se zde i vhodné oblasti, které ale smrk nestačil z různých směrů dosud obsadit (Buriánek, 1994). Jižní hranice areálu se táhne přímořskými Alpami až prakticky k Monaku či Nice, což je bráno jako nejjižnější alpský výskyt. Celkově nejjižnější autochtonní výskyt smrku ztepilého je v řecké části Rodop. Jižní hranice areálu smrku je hranicí sucha.

Vertikální rozšíření je závislé na zeměpisné šířce. V severní Evropě roste smrk v nížinách i pahorkatinách až do výšky několika set metrů. Ve střední Evropě smrk vystupuje až k lesní hranici, je tedy podhorskou a horskou dřevinou. Optimálně by jeho výskyt ve střední Evropě měl být v rozmezí výšek 600–1000 m. n. m., zatímco se lesní hranice pohybuje od 1300 m n. n. hercynské oblasti k 1500 m n. m. východokarpatské oblasti. Optimální rozšíření smrku v Rakouských Alpách je v rozmezí výšek 800–1200 m n. m.,

ale i tam smrk dosahuje lesní hranice ve výškách až 1900 m n. m. Postupem k jihu se smrk dostává ještě výše. Při nejteplejších částech areálu smrku se dostává až 1600–1900 m n. m., což se děje na jižní části švýcarských Alp, kde ale nejvýše stoupá až do výšek 2000–2100 m n. m. (Úradníček, 1998).

1.1.2 Rozšíření v České republice

Přirozený výskyt hercynského smrku v ČR je téměř ve všech pohořích bez ohledu na nadmořskou výšku od Hrubého Jeseníku přes Kralický Sněžník, Orlické hory, Krkonoše, Jizerské hory, Krušné hory až do hor Novohradských skrz Šumavu po Český les. Původně, kromě termofytika, byly bez zastoupení smrku v hercynské části území i Doupovské hory a České středohoří (Musil, Hamerník, 2003).

Výskyt autochtonního karpatského smrku se v karpatské části ČR vyskytuje od Všetínského vrchu přes Javorníky až po Moravskoslezské Beskydy. Zbylé území karpatského mezofytika je smrkem téměř nedotčeno. Karpatské území a hercynské území odděluje úval řeky Odry, která je taktéž bez smrku (Musil, Hamerník, 2003).

V České republice je smrk rozšířen v oreofytiku a mezofytiku. Sporný výskyt se uvádí v termofytiku, kde smrk zcela úplně chyběl, nebo byl jeho výskyt výjimečný. Smrk je hlavní dřevinou v oreofytiku – v klimaxových nebo klimatických smrčínách, kde ať už jednotlivé stromy, nebo skupinky stromů, vystupují také nad horní hranici lesa, tím se dostávají do vegetačního stupně kosodřeviny, ve kterých tvoří horní stromovou hranici.

V České republice se vyskytuje smrk nejvýše na Sněžce, ojediněle v 1550 m. n. m. Polohy nad 1000 m n. m. jsou těžištěm přirozeného rozšíření, avšak u nás jsou horské smrčiny silně poškozeny imisemi, až téměř zničeny (Krušné hory, Jizerské hory, Krkonoše, Beskydy) (Musil, Hamerník, 2009). V ČR je zastoupení smrku pestré, vyskytuje se v pohořích vyšších i nižších, jeho výskyt je od 300–1350 m. n. m. Optimálně se smrk v ČR nachází v rozmezí 600–1000 m n. m. (Musil, Hamerník, 2003). Nejhojnější je smrk však v pohraničí, ve vyšších nadmořských výškách, ve vnitrozemí je výskyt řidší. Přirozeně se smrk vyskytoval i mezi 700–1000 m, kde spolu s bukem a jedlí tvořil smíšené porosty. V polohách podhůří, v nadmořské výšce 400–700 m, kde se v původních, převážně smíšených lesích se zastoupením buku, vyskytoval smrk pouze sporadicky. Jako přimíšený, a to hlavně podél toků, v chladnějších kotlinách a roklích, na podmáčených nebo rašelinných půdách. Zřídka, kvůli vlivu klimatické inverze, smrk ustupuje až na 200 m n. m. (Děčínské stěny) (Úradníček, 1991). Jako jednu z nejnižších přirozených lokalit

smrku ve střední Evropě můžeme označit Labské pískovce v severních Čechách, kde smrk v soutěskách téměř sestupuje k 140 m. Přirozené stanoviště v nižších polohách se týká hlubokých dolin a zářezů, kde je vyšší koncentrace studeného vzduchu a dostatečná půdní vlhkost.

1.1.3 Zastoupení smrku

V posledních dvou stoletích byl smrk pomocí člověka uměle silně rozšířen po celé střední Evropě.

Tab. 1: plocha a zastoupení smrku ztepilého v ČR ha/% (Mze, 1998)

| Dřevina Species | Rok Year | | | | |
|-----------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 1950 ¹⁾ | 1970 | 1980 | 1990 | 1998 |
| | plocha porostní půdy ha / % area of forest stands in ha / % | | | | |
| smrk spruce | 1 353 203 60,0 | 1 427 735 55,6 | 1 437 499 55,7 | 1 413 893 54,7 | 1 402 925 54,3 |

Po původním vtroušení do jedlo-bukových lesů došlo k proniknutí smrku i do nižších poloh. Kvůli svému relativně rychlému růstu, technickým přednostem a z ekonomických důvodů smrk postupně vytlačil většinu dřevin původních. Původní výskyt smrku byl soustředěný pouze do 6. smrko-dubového a 7. smrkového lesního vegetačního stupně, ale v současnosti tvoří smrk více jak 50 % podílu oproti ostatním dřevinám vyskytujícím se v ČR (Kupka, 2008).

Negativem smrkových kultur, především na nevhodných stanovištích, kam byl vnucen, jsou početné choroby, škůdci smrku a abiotických činitelů s následnými kalamitami značného rozsahu (Úradníček, 1998). To má za následek snižování výměry smrkových porostů.

Tab. 2: současné zastoupení smrku ztepilého v ČR ha/% (Mze, 2016).

| Dřeviny | Rok | | | | | |
|--------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2000 | 2010 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| | plocha porostní půdy ha / % | | | | | |
| smrk ztepilý | 1 397 012 54,1 | 1 347 239 51,9 | 1 327 398 51,1 | 1 319 733 50,7 | 1 315 487 50,6 | 1 312 204 50,5 |

V současné době se snižuje výměra smrkových porostů, to bude i pokračovat kvůli její převaze v porovnání s doporučenou dřevinnou skladbou. Doporučená dřevinná skladba představuje optimalizované zastoupení dřevin, a to ekonomicky i ekologicky. Přirozená

druhá skladba smrku vychází z potenciální přirozené vegetace odpovídající danému stanovišti (Mze, 2016).

Tab. 3: zastoupení smrku ztepilého v lesích ČR v % (Mze, 2015)

| Skladba lesů | smrk |
|--------------|------|
| Přirozená | 11,2 |
| Současná | 50,5 |
| Doporučená | 36,5 |

1.1.4 Popis druhu

Rod *Picea* – smrk řadíme jako jeden z hospodářsky nejvýznamnějších rodů boreálních lesů mírného a studeného klimatu. Stromy jsou jednodomé, stále zelené s přeslenitým větvením, pupeny nebývají zpravidla tak rozmístěné, jako např. u jedlí. Koruna bývá válcovitá až kuželovitá, vždy až do stáří špičatá (Musil, Hamerník, 2003) Rod obsahuje více jak 40 druhů v severoamerickém, asijském, a především v evropském areálu. Jednotlivé druhy se rozšířily z oblastí tundry až do vysokých pohoří subtropů Mexika a Himalájí na jihu. Pro jednotlivé oblasti jsou lesnický významné určité druhy, například v oblasti euroasijské tajgy je to smrk sibiřský – *Picea obovata*. V kavkazských lesích je dominantní smrk východní – *Picea orientalis*. Severní Amerika, hlavně oblast Kanady, je domovem smrku sivého – *Picea glauca* a smrku černého – *Picea mariana*. *Picea pungens* – smrk pichlavý našel využití především v sadovnictví, jehož rozšíření je takřka po celém světě, výjimkou tropů. Z Číny pochází například smrk ajanský – *Picea janensis* (Úradníček, 1998). V evropském areálu rostou autochtonně pouze 3 druhy – *P. abies*, *omorika* a *obovata* (Musil, Hamerník, 2003).

Na území České republiky je domácím druhem pouze jediný, a to je smrk ztepilý – *Picea abies*, který je díky svému zastoupení nejdůležitější hospodářskou dřevinou našich lesů. Není to jinak v ostatních zemích střední a severní Evropy (Úradníček, 1998).

Smrk je strom větších rozměrů, který má průběžný přímý kmen a pravidelné přeslenité větvení. Je schopný dosahovat stáří 350-400 let při výšce až 50 m a průměru až 1,5 m (Úradníček, 1998). Výškový přírůst vrcholí ve 40 letech a postupně ustává okolo 100 let.

V porostu začíná smrk plodit kolem 60. roku života, kdy se plodné roky pravidelně opakují po 4 až 5 letech. Podle Mencucciniho et al. (1995) s rostoucí nadmořskou výškou postupně klesá frekvence a intenzita semenných roků. Je však možné pozorovat předčasnou plodnost u zcela mladých exemplářů, které živoří na extrémním stanovišti (Úradníček 1998). Při horní hranici lesa plodnost ustává a nastává vegetativní rozmnožování (Ešnerová, 2014).

Koruny

Koruna je pyramidového tvaru, do vyššího věku špičatá, kuželovitá s pravidelnými přesleny. Větvení je značně variabilní, od širokých až po úzké tvary koruny. To se vykytuje zejména v horských lokalitách, kde to zapříčiňují silné větry vanoucí stále z jednoho směru (Musil, 2003). Jehlice drží na stromě 6 až 9 let, což ovlivňuje zdravotní stav stromu a vlastnosti ovzduší (Úradníček, Chmelař, 1998).

Šišťice

Samčí šišťice jsou elipsoidní, dlouhé 2 – 2,5 cm, žlutavě červené. Jejich umístění je mezi jehlicemi jednoletých prýtů, většinou ve střední i dolní části koruny (Musil, 2003).

Samičí šišťice bývají dlouhé téměř 6 cm, tvarem skoro válcovité, k vrcholu se zužují. Tvoří je semenné šupiny. Většinou vzrůstají v horní části koruny. Ze začátku vzpřímené, ale po opylení převislé. Barva je variabilní od zelené, narůžovělé až purpurové (Pagan, 1997).

Semena

Semena smrku jsou malá, jejich délka je 4-5 mm, s nádechem trojhranného tvaru. Tvar semen je kapkovitý, protažený do špičky, která bývá mírně spirálovitě natočena. Jejich barva je hnědá, často s fialovým nádechem (Ešnerová, 2014).

Semenáčky

Semenáček mívá 5–10 štíhlých děložních lístků prohnutých nahoru a několik primárních jehlic. Děložní lístky opadávají v druhém roce a vyvinou se v útlé jedince. Přesleny se tvoří až s třetím rokem života. Výškový přírůst smrku je v prvních letech pozvolný, pomalu se stupňuje a vrcholí kolem 40 let a končí ve 100 letech (Úradníček, 1998) Rozlišujeme dva růstové typy, první typ v mládí roste rychleji a dříve i kulminuje – s následným rychlejším poklesem. Druhý typ roste v mládí pozvolna, kulminace se dostavuje zhruba o 20 let později s následujícím pomalu klesajícím přírůstem. Smrk dobře klíčí na pařezech v rozkladu a padlých kmenech (Musil, Hamerník, 2003).

Kořenový systém

Obecně je smrk označován za dřevinu s plochým kořenovým systémem, který je nedostatečně zakotvený v půdě. Z toho důvodu se považuje za jednu z dřevin nejsnáze podléhajícím bořivým větrům. Smrkové monokultury jsou nejlabilnější především na podmáčených půdách. Na půdách zmrzlých dochází spíše k jeho zlomům než vývrátům. Variabilita kořenového systému u smrku je značná, sám kořenový systém je však charakteristicky značným odlišením horizontálních a vertikální kořenů. U povrchu půdy jsou kořeny talířovitě rozložené, ze kterých vyrůstají menší a tenčí kořeny svisle dolů (Musil, Hamerník, 2003).

1.2 Ekologické nároky smrku ztepilého

Smrk ztepilý je schopný růst ve velmi variabilních půdních a klimatických podmínkách vzhledem k jeho areálu rozšíření. Řadíme ho mezi dřeviny, které dobře snáší zastínění, a to je důvodem, proč vytváří převážně husté porosty, které se přirozeně proředují značně pomalu. Smrkové porosty jsou velmi individuálním prostředím a do určité míry jsou schopné vyrovnávat klimatické výkyvy. Při ozařování zemského povrchu částečně omezuje jeho oteplování, naproti tomu však v době vyzařování brání ochlazování zemského povrchu. Reguluje půdní vlhkost díky hustým korunám, které zadrží většinu srážek. Pod smrkovými porosty se vytváří kyselý opad, který je obtížně rozložitelný a značně ovlivňuje vývin nižších rostlinných pater. Bylinné patro bývá víc zastoupené po okrajích smrkových porostů a ve starších porostech po proředění. Regenerační schopnosti smrku jsou značně omezené, proto je vysoce citlivý na škody působené zvěří (loupání, okus, ohryz) a na znečištění ovzduší (Úradníček, 1998, Mráček, Pařez, 1986).

1.2.1 Voda

Vodní režim a vodní bilanci smrkových porostů určuje nejen srážkový režim lokality, ale především její celkové klima a vlastnosti půdy. Pro ekosystém má ze všech vlastností porostu největší význam množství asimilační biomasy, na kterém závisí jak velikost transpirace, tak i intercepce. Z pohledu vodní bilance je především významná intercepce, která díky evaporaci ochuzuje půdní povrch o důležitou část atmosférických srážek. Význam intercepce je negativní zejména pro smrkové porosty v nížinných a aridních podmínkách. Oproti tomu ve středohorských až horských polohách, které jsou obecně humidní, nejsou intercepční ztráty tolik významné, protože jsou nahrazovány intercepčí z mlh (Krečmer, 1968).

Dalším významným aspektem pro smrkové porosty je obsah půdní vody, a to především v oblastech s trvale nižšími srážkami kvůli jeho povrchové kořenové soustavě. Většinou se nedostatek vláhy stává limitujícím faktorem, který omezuje dobrý růst smrku (Úradníček, 1998; Musil, Hamerník, 2003). Na nedostatek půdní vody se smrk není schopný výrazně adaptovat, což potvrdil Bodel et al. (2014), který se zabýval adaptací smrku na nedostatek vlhkosti v rámci klimatických změn. Mráček a Pařez uvádí jako minimální možnou hranici pro pěstování smrku 300 mm srážek během vegetační doby. Podle Šimka (1993) je pro optimální růst smrčín ve střední Evropě zapotřebí, aby v období května až srpna spadlo alespoň 600-800 mm srážek.

Na stanovištích, které jsou zásobovány vodou dostatečně, to jsou např. pánve, kotliny či úpatí hor, obecně smrk vykazuje mohutnější růst. To platí i pro období sucha, kdy bývá vlivem vody méně ohrožen (Úradníček, 1998, Musil, Hamerník, 2003). Podstatný význam může mít pro smrk i vhodné položení podzemní hladiny vody, které umožňuje zachování přirozených předsunutých ostrůvkovitých výskytů smrku. Nedostatek vody a sucha negativně ovlivňují výskyt a růst smrku. Na sušších stanovištích spolu s chudšími půdami, při malé zásobě vody se u smrku dostavuje zpomalení růstu, které je zvláště patrné v suchých letech. Podle Fiela et al. (1998) sucho způsobuje vyšší míru dormance kořenů a redukuje jejich prodlužování. Kozłowski (1971) dodal, že růst nadzemní části může být redukován také omezením tvorby pupenů, ze kterých by se v následujícím roce vytvářely nové výhony. Palátová a Mauer (2006) popisují stres vyvolaný suchem u semenáčků. Stres vyvolal reakci nadzemní části rostlin i kořenového systému sledovaných dřevin již po prvním roce působení, v následujících letech se jeho vliv

prohluboval, to se projevilo zejména poklesem výškového růstu a snížením tloušťkového růstu, který byl však ovlivněn podstatně méně než výškový přírůst nadzemní části. Účinky sucha se mohou zvyšovat pomocí působení dalších faktorů, např. imisí a) přímo – poruchami reakčních schopností průduchů, které jsou vyvolány zvýšenou koncentrací okyselených látek v ovzduší, b) nepřímá – změnami na systémech kořenů, které vyvolaly acidifikace půdního prostředí či nerovnováha živin (Wolz a Rickli, 1987). Gephardt et al. (2013) hodnotí snižování hustoty porostů jako jednu z možností zvýšení tolerance smrkových porostů k suchu.

1.2.2 Světlo

Pro fotosyntézu má zásadní vliv záření tepelné a fotosynteticky aktivní část viditelného spektra označovaná jako FAR, které je vstupem pro vytváření produkce lesního ekosystému (Podrázský, 1999).

Smrk je dřevinou stinnou až polostinnou, naproti tomu pro smrk jsou přirozené vysokohorské lesy, ve kterých je značný rozdíl v množství světla, které dopadá na přírodní vegetaci. Intenzitu snášenlivosti smrku vůči zastínění ovlivňují charakteristiky stanoviště. Na bohatých stanovištích snáší lépe zastínění, než na chudých (Mráček, Pařez, 1986). Především v mladém věku, při svém optimu, dobře toleruje zástin, což je důvodem, proč tak snadno proniká do porostů jiných dřevin a zaujímá jejich místo. Růst a vývoj semenáčků je zápojem, a tudíž i dopadajícím světlem, výrazně ovlivněn. Při nižším osvětlení, než je 20 %, je růst semenáčků omezen, zatímco při osvětlení 35 % plně rostou (Vávrová, 2009). De Chantal a kol. (2003) uvádí, že se zvyšováním zápoje porostu roste i asimilační plocha listů mladých semenáčků, což sice vede k omezení jejich růstu, ale zároveň k lepšímu snášení zástinu. Podle Kuuluvainena a kol., (1993) může vysoký zápoj potlačit podrostovou vegetaci a tím dokonce prospět vývoji semenáčků. K optimálnímu růstu potřebují smrkové semenáčky alespoň 12–16 hodin denního světla (Kantor, 2001). Avšak Frehner (1989) uvádí, že semenáčky mají šanci přežít pouze, když v nejteplejších obdobích letních měsíců dochází alespoň po dobu 0,5 – 1,5 hodiny k přímému osvětlení půdy, přičemž tato hodnota je závislá na expozici svahů. Při stárnutí smrku vzrůstají nároky smrku na světlo, stejně tak jako s nadmořskou výškou, tzn. s vyšší polohou jsou i nároky smrku na světlo vyšší. Po náhlém přísunu světla uvolněním smrk pozitivně reaguje v podobě zesílení přírůstků (Kovář et al. 2013). Zároveň by podle Sohna et al. (2013) prořezávání porostů vyřešilo nedostatek vláhy v nich.

1.2.3 Půda

Smrk nemá příliš velké nároky na půdu, a to jak na geologické podloží, tak na minerální látky včetně obsahu živin. Ideální půdy pro růst smrku jsou svěží, hlinitopísčité půdy, dobře snášejí i přeměřené vlhkosti černozemě. Ve vyšších polohách poblíž horní hranice lesa, většinou roste smrk na často kamenitých až skoro balvanitých půdách (Mráček, Pařez, 1986). Při svém klimatickém optimu se vyskytuje na půdách vysloveně chudých. (Mráček, Pařez, 1986). Většinou se smrkové porosty tvoří na podzolech a naplavených půdách nejrůznějšího druhu, u kterých je limitujícím faktorem voda (Úradníček, 1998). Růst smrku není ideální na křemičitých půdách a kyselých rašelinách kvůli špatnému provzdušnění půdy (Úradníček, 1998). Ideální kyselost půdy pro dospělé smrkové porosty jsou půdy s hodnotou pH 4–5 (Mráček, Pařez, 1986).

Smrkový porost současně výrazně ovlivňuje půdu a půdotvorné činitele. Zásadní je vytváření vrstvy surového humusu, jehož ukládání se stupňuje zejména u nedostatku vláhy, chudosti půdy a nedostatečnému vápníku v půdě (Úradníček, 1998). Vlastnosti půdy mají velký význam pro přirozenou obnovu smrku. Nálet semen smrku a jejich následné vyklíčení a ujetí, ovlivňují jak vlastnosti půdního pokryvu, tak i vhodné stanovištní podmínky (Poleno, 1994). Mezi vhodné vlastnosti půdního pokryvu patří vrstva půdního humusu (Baier et al. 2005), přičemž nálet smrku na tenčích vrstvách humusu je početně výrazně nižší než na vrstvách organicky silnějších. Výskyt semenáčků smrku roste spolu s rostoucí vrstvou organické hmoty (Hanssen, 2003), přičemž smrková hrabanka, díky rozkládajícím se organickým látkám, podporuje výskyt semenáčků. Mezi vhodné stanovištní podmínky u přirozené obnovy patří především půdní vlhkost, půdní teplota a pH. Půdní vlhkost je rozhodujícím faktorem pro klíčení a vývoj semenáčků smrku ztepilého (Vávrová, 2009). Mork (1938) uvedl jako optimum 35 % půdní vlhkost. Zato příliš vysoká i příliš nízká půdní vlhkost klíčení semen výrazně snižuje (Richard et al. 1958). Ve vyšších polohách je limitujícím faktorem pro přežití semenáčků půdní teplota (Vávrová, 2009). Pro aktivní růst kořenů smrkových semenáčků je třeba půdní teplota 2-4 °C a vzrůstá až do 26 °C (Brang, 1996). Až po dosažení teploty 26 °C nastává pokles intenzity růstu. Růstovou aktivitu, zejména na začátku vegetačního období, podporuje i dostatečný obsah dusíku v půdě (Norborg et al. 2003).

1.2.4 Teplo

Teplota prostředí je pro rostliny důležitým faktorem, který je určován radiačním režimem a tepelnými vlastnostmi prostředí. Tyto vlastnosti spolu se vstupy a výstupy energie určují tepelný režim, který je daný pohlcováním, akumulací, vedením a vyzařováním energie. Její význam je zásadní pro intenzitu asimilace, transpirace, respirace a teplotní dynamika ovlivňuje rozšíření vegetace po zemském povrchu (Podrázský, 1999). Teplo je také jedním z hlavních růstových faktorů. Limituje aktivní růstové procesy v čase vegetační doby a také biochemické změny, které probíhají v meristematických pletivech při vegetačním klidu (Chroust, 1997). V rámci středoevropských podmínek považujeme za vegetační dobu souvislé období s průměrnými denními teplotami 10 °C a více. Pro smrk je vegetační doba ohraničována teplotou 8 °C a její ukončení nastává při teplotách okolo 5 °C (Poleno a kol. 2007). Rozsáhlý areál smrku úzce souvisí s jeho vztahy k teplotním podmínkám (Mráček, Pařez, 1986). Při jeho schopnosti snášet poměrně nízké teploty smrk zaujímá jedno z předních míst mezi dřevinami. Silné zimní mrazy smrku zřídka kdy uškodí, a to i když je mladý, toho se využívá při zmlazování na holé ploše. Avšak pozdní přízemní mrazy jsou rizikem, mohou na delší doby pozdržet vývoj mladých kultur kvůli trvalému odmrzávání prýtů (Úradníček, 1998). Vůči vysokým teplotám je smrk mnohem citlivější než k nízkým. Ekologicky je přizpůsoben krátké vegetační době a vyhovuje mu spíše krátké a chladné léto. Při pěstování v podmínkách, ve kterých je značně delší růstová sezóna, může dojít k příliš časnému rašení a snadnému podlehnutí houbovými škůdci, kteří na něm působí hnilobu. V nižších a teplejších oblastech je proto vhodnější, aby se smrk pěstoval jen v hlubokých a úzkých dolinách, kde se drží vlhký a studený vzduch (Úradníček, 1998). Naproti tomu Musil (2003) uvedl, že s nárůstem tepla se zvyšují i přírůstky smrku, zejména ve vyšších nadmořských výškách. Podle analýzy provedené na letokruzích nemají vyšší teploty negativní vliv na přírůst tloušťky u smrku ztepilého. To dokázal (Koprowski, 2013), který tak provedl výzkum smrku mimo přirozenou oblast jeho výskytu v Polsku.

1.2.5 Vítr

Vítr příznivě působí na stromy při opylování a transportu semen, kdy semena smrku mohou být unášena až do vzdálenosti desítek metrů od mateřského porostu (Mráček, Pařez, 1986). V zimě, při sněhové pokrývce, mohou být rozfoukávána po jejím povrchu i na výrazně delší vzdálenosti (Zenáhlíková et al. 2001).

Mráček a Pařez (1986) uvedli, že mírný vítr o síle 0,5 – 1,5 m/s působí příznivě na děje v ekosystému, tj. transpirace a asimilace. Silnější vítr, jako orkán a vichřice mají na porosty negativní dopad. Náchylnost k poškození porostů orkámem či vichřicí je závislá na druhu, věku a struktuře porostu (mladší a hustší lesy jsou statnější oproti starším, více otevřeným lesům) dále je závislost na vlastnostech porostu, sklonu porostu, mocnosti půdy, geografii a struktuře okolních porostů včetně povahy větrného narušení (Webb, 1989). I stanoviště má podstatný vliv na ohrožení porostu větrem, zejména pokud jde o podmáčená stanoviště na glejových, oglejených nebo rašelinných půdách (Mráček, Pařez, 1986). Vítr pro smrk ztepilý představuje největší riziko poškození ve střední i severní Evropě. Od roku 1990 zaujímají nahodilé těžby v Česku průměrně 2/5 celkových těžeb, v roce 2016 byl podíl nahodilých těžeb způsobených abiotickými vlivy 3,5 mil. m³ a 38 % škody šlo na vrub právě větru (Zelená zpráva, MZe). Důvodem náchylnosti smrku je vysoko nasazená koruna smrku a mělký kořenový systém, díky čemuž ho řadíme k obzvláště citlivým druhům vůči větrným disturbancím, zejména pak ve stádiu zralosti (Míchal, Petříček, 1999). V horských, pro smrk přirozených polohách, dochází při jednostranném zatížení smrku větrem k praporovitým tvarům koruny a k zesílení kořenových náběhů, tvorbu reakčního dřeva a následnému vzniku křemenitosti, což je hodnoceno jako nežádoucí vada dřeva (Mráček, Pařez, 1986). Škody působené větrem by mohly být sníženy správnou výchovou lesních porostů a správně načasovanými výchovnými zásahy.

1.3 Obnova lesa

Obnova porostů v hospodářských lesích je cílevědomou činností, která má za cíl vytvoření nového porostu na místě porostu starého, a to buď umělým, nebo přirozeným způsobem. (Kupka, 2008). Je to proces obměny staré generace stromů novou generací. Lesní zákonem č. 289/1995 Sb.

Hlavním hlediskem pro používání hospodářských způsobů jsou obnovní postupy a obnovní způsoby (Kupka, 2005). Základní členění obnovy hospodářských lesů se řídí podle způsobu vytváření nových porostů. Přirozená obnova je rozlišována na tři základní formy – přirozená obnova, umělá obnova a kombinovaná obnova (Korpel, 1991).

1.3.1 Přirozená obnova lesa

V lesních porostech může probíhat obnova lesa samovolně za podpory autoreprodukčních procesů v případě porostů bezzásahového území, či v přírodních pralesovitých porostech v celé existenci lesa. Hlavní roli zaujímá při poškození disturbancemi a v procesu odumírání stromů fyziologicky dožívajících.

Přirozená obnova lesa funguje při přímé účasti porostu mateřského a za podpory přirozených procesů, díky kterým vzniká nový porost výmladností, nebo semennou obnovou (Poleno et al. 2009). Jde o klíčový proces k zachování autochtonního charakteru porostů a je předpokladem k dynamické vyváženosti a trvalosti lesního společenstva (Zenáhlíková et al. 2011).

Celá řada faktorů ovlivňuje úspěšnost přirozené obnovy lesa. Obecně nejzásadnější vliv mají parametry: zastínění mateřského porostu a substrát, nadmořská výška, orientace plochy v obnově na jednotlivé světové strany. Neméně podstatným kritériem jsou podmínky klimatické, ze kterých to je zejména průměrná teplota v průběhu vegetačního období a úhrn srážek (Kotrla et al. 2005). Zmíněné klimatické faktory vhodně charakterizuje Langův dešťový faktor, který určuje poměr mezi úhrnem srážek v mm za dané období a průměrnou teplotou za to samé období (Kupka, 2006).

| Langův dešťový faktor | | |
|-----------------------|-------------------|---------------------|
| Oblast | Roční hodnota LDF | Klasifikace oblasti |
| I | < 60 | velmi suchá |
| II | 61 – 70 | Suchá |
| III | 71 – 80 | Normální |
| IV | 81 -100 | Vlhká |
| V | >100 | velmi vlhká |

Obr. 2: Langův dešťový faktor – podle oblastí

Podle způsobu vzniku jedinců následující generace se dělí na dvě základní formy:

Přirozená obnova výmladností – vegetativní způsob, kdy jedinci z následného porostu vznikají buď z kořenových, pařezových výmladků nebo popřípadě i ze zakořeněných větví (Korpel, 1991). Přirozená vegetativní obnova se uplatňuje ve výmladkovém a sdruženém lese. Její specifickou formou je hřížení, při kterém se využívá schopnosti zakořenění větví při styku s půdou u některých dřevin. Obnova lesa výmladností je schopnost u některých, především listnatých dřevin, vytváření výhonů ze spících i adventivních pupenů – pařezové, popř. kořenové výmladky. Tato metoda je u nás spíše výjimečná, využívána zejména u habru, dubu a lípy (Kupka, 2009). Vegetativní přirozená obnovu smrku je významná pouze ve vyšších nadmořských polohách a při severní hranici výskytu, jelikož v těchto podmínkách jsou výrazně omezeny možnosti rozmnožování pomocí semen (Vávrová, 2003).

Přirozená obnova semenná – generativní obnova, která vzniká pomocí semen nalítaných či opadaných ze stromů vlastního mateřského porostu, popřípadě z větší dálky. Provádí se v něm cílevědomé snižování zápoje korun mateřského porostu z důvodu zvýšení dostatku světla do jejich korun (podpora kvetení) a nadále i více srážek a světla dopadajícího na porostní půdu pro podporu klíčení a růstu semenáčků. Tento zjednodušeně psaný postup nazýváme „clonnou obnovou“, při které nová generace lesa vzniká na místě původního porostu. Jde tedy o přirozenou obnovu pod mateřským porostem. (Kupka, 2009).

Předpoklady pro přirozenou obnovu jsou:

- a) Přítomnost stromů, které jsou schopny semenit v dostatečném počtu a jejich vhodné rozmístění
 - b) Vhodný stav půdy pro klíčení
 - c) Vhodné klimatické podmínky
 - d) Semenný rok
- (Korpeľ, 1991)

Také i mikrostanošištní podmínky hrají důležitou roli při růstu a přežívání semenáčků smrku ztepilého (Hanssen, 2003). Především jde o smrkový opad, trouchnivějící mrtvé dřevo a mechy spolu s přízemní vegetací.

1.3.2 Umělá obnova

Umělou obnovou se rozumí pěstební činnost, u které je nový lesní porost zakládán pomocí výsadby semenáčků a sazenic pěstovaných v lesních školkách, popřípadě pomocí sije (Baláš a Kuneš, 2014). Její vznik je záměrnou činností, umělou obnovu můžeme rozlišit na siji a sadbu sadebního materiálu z generativního původu a také na sadbu sadebního materiálu z vegetativního původu (Kupka, 2009). Můžeme ji uskutečňovat pod starým porostem či vedle něho, tudíž pod přímým vlivem obnovovaného porostu nebo na holé ploše (Korpeľ, 1991). Pokud je uplatňována pod clonou mateřských porostů, tak především jako podsadba a podsíje (Kupka, 2005). Podsadbou rozumíme umělé vytvoření nového porostu, který se nachází pod clonou porostu staršího a obnovovaného. Podsadba je využívána při doplňování přirozené obnovy pomocí dřevin, které nemají zastoupení v mateřském porostu. Uplatnění této umělé obnovy je především v imisních oblastech, kde se úspěšně podsazují dospělé porosty, které jsou rozvolněné kvůli vytěženým a odumírajícím stromům (Kupka, 2005).

Porovnání výhod a nevýhod přirozené a umělé obnovy

Přirozená obnova lesa se preferuje hlavně kvůli její nižší finanční náročnosti. Důvodem je, že mohou zcela odpadnout náklady na sadební materiál a jeho výsadbu. Při vysokém počtu jedinců z přirozené obnovy můžou být snížené náklady na ochranu, a to především na ochranu před zvěří (Baláš a Kuneš, 2014). Díky vysokému počtu jedinců, který vzniká při přirozené obnově, je možné provádět intenzivní výběr, a tak docílit lepší kvality a genetické diverzity budoucího porostu po přirozené obnově (Poleno et al. 2009). Využití

přirozené obnovy je kladné zejména v lokalitách, které se zabývají ochranou přírody, protože přirozená obnova je nejbližší proces k přirozeným přírodním procesům (Baláš a Kuneš, 2014). Prioritou přirozené obnovy je její kvalita kořenového systému, protože se ve volných přírodních podmínkách mohl přirozeně rozvíjet. To omezuje poškození při pěstování ve školce, nebo během výsadby (Kupka, 2005).

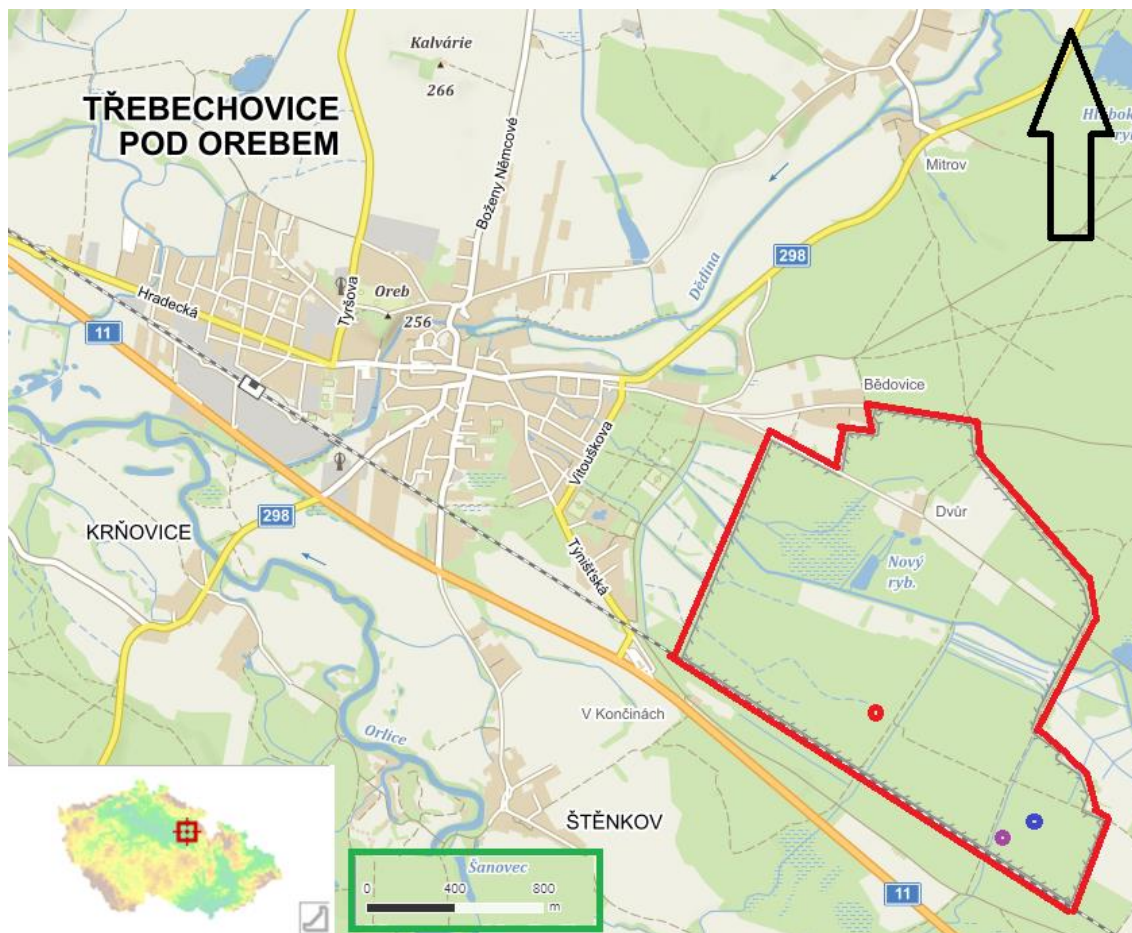
Nevýhodou přirozené obnovy jsou závislosti na neovlivnitelných vnějších podmínkách, časová náročnost, a především velká míra nejistoty (Baláš a Kuneš, 2014). Před uskutečněním přirozené obnovy v podrostním hospodaření je nutné správně naplánovat clonné seče a odborné kácení mateřského porostu nad nárstem (Kupka, 2005). Jako výsledek přirozené obnovy může vzniknout zřetelně nerovnoměrná hustota porostu, která musí být dále upravována výchovou porostu a prosadbami (Baláš a Kuneš, 2014).

Nejvýraznější předností umělé obnovy porostu je její menší závislost na přirozených podmínkách a možnost naplánovat proces obnovy dle stavu mateřského porostu (Baláš a Kuneš, 2014). Při volbě obnovovaných dřevin není nutné přihlížet na mateřský porost, díky tomu je možné používat sadební materiál daného ekotypu z nejkvalitnějších porostů. Po umělé obnově vznikají ideálně rovnoměrné a husté kultury. Na stanovištích s nevhodnými porosty (např. monokultury) je možné pomocí umělé obnovy změnit tyto porosty na porosty s ideální druhovou skladbou, které je pro dané stanoviště vyhovující (Poleno et al. 2009).

Jako hlavní nevýhodou umělé obnovy je především její finanční náročnost, které se ale v budoucnu částečně kompenzuje kvůli nízkým nákladům na výchovu porostu díky nižšímu počtu jedinců než u přirozené obnovy (Baláš a Kuneš, 2014). Po umělé obnově vznikají stejnověké a stejnorodé porosty. Kvůli nižšímu stavu jedinců na hektar bývají kultury značně poškozovány zvěří. Umělé kultury, uplatňované na holinách, je složité zajistit stinnými dřevinami jako je např. jedle a buk (Poleno et al. 2009).

2. Metodika

2.1 Zájmové území



Obr. 3: Mapa zájmového území s vyznačením experimentálních lokalit

Zájmové území se nachází na katastrálním území Třeběchovice pod Orebem – obora Bědovice ve východních Čechách. Obora Bědovice leží mezi Třeběchovicemi nad Orebem a Týništěm nad Orlicí, založena byla ke konci 18. století. Tato východočeská obora se stará o chov černé a daňčí zvěře. Současná obora o výměře 236 ha leží v rovinatém terénu (nadmořská výška 250–260 m). Je rozdělena na dvě části, přičemž ve větší z nich (196 ha) je chována černá zvěř a daňci skvrnitého zbarvení; v menší (40 ha) bílá daňčí zvěř. Oboru tvoří převážně lesní půda (203 ha), v porostech převládají jehličnany (smrk, borovice) nad listnáči (dub, buk, lípa, bříza). Částí obory vede náhon Alba, spojující řeky Bělá a Dřčina.

2.2 Meteorologická data

K vyhodnocení vlivu klimatických podmínek na charakteristiky semenáčků smrku ztepilého v měřeném roce byla zjištěna meteorologická data. Pro tento účel byly použity údaje z amatérské meteorologické stanice Blešno, která se nachází ve vzdálenosti cca 7 km vzdušnou čarou od sledovaných lokalit. Jde o plně automatizovanou stanici typu WH1080, která se nachází ve výšce 238 m. n. m. a je provozována panem Ivanem Hotrou.

2.2.1 Srážky

Tab. 4: Přehled denního srážkového úhrnu za rok 2017

| 2017 ▾ | Led | Úno | Bře | Dub | Kvě | Čer | Čec | Srp | Zář | Říj | Lis | Pro |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| 1 | 0.0 | 0.6 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.6 | 0.0 | 40.8 | 0.0 | 0.3 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 2.7 | 8.1 | 0.0 | 3.6 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 0.9 | 0.9 | 0.3 | 2.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.3 | 16.5 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 8.1 | 0.6 | 0.0 | 9.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.3 | 1.5 |
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 12.3 | 0.3 | 0.3 |
| 6 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 0.0 | 3.6 | 4.2 | 0.3 | 0.0 | 2.7 | 7.2 | 4.8 | 0.3 |
| 7 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 1.8 | 5.7 | 0.0 | 4.5 | 0.0 | 0.6 | 0.3 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 0.3 | 5.1 | 0.3 | 2.1 |
| 9 | 0.0 | 0.0 | 3.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 0.3 | 3.3 | 5.7 | 3.6 | 0.3 |
| 11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 10.2 | 25.8 | 8.4 | 0.6 | 0.9 | 0.9 |
| 12 | 3.9 | 0.0 | 0.0 | 3.3 | 0.0 | 0.0 | 7.2 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 6.6 | 0.9 |
| 13 | 6.9 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 1.5 | 0.0 | 0.3 | 0.9 | 0.9 | 0.0 | 0.6 | 0.0 |
| 14 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.3 | 5.1 | 0.0 | 0.3 | 9.6 |
| 15 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.9 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 1.5 |
| 16 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 0.0 | 10.5 | 0.3 | 0.0 | 3.0 | 2.7 | 0.0 | 0.0 |
| 17 | 0.3 | 3.3 | 0.3 | 3.3 | 0.0 | 0.6 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.6 | 1.2 |
| 18 | 0.3 | 0.0 | 10.8 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.0 |
| 19 | 0.0 | 0.0 | 6.9 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 0.0 |
| 20 | 0.0 | 0.9 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.2 | 0.0 |
| 21 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.4 | 0.3 | 0.0 | 0.6 | 5.4 | 6.6 |
| 22 | 0.0 | 3.9 | 0.6 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 5.4 | 8.1 | 0.6 | 0.9 |
| 23 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.3 | 3.9 | 0.0 | 13.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 24 | 0.0 | 34.8 | 0.0 | 0.0 | 10.2 | 0.0 | 7.2 | 0.0 | 0.3 | 0.3 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 0.0 | 2.7 | 0.3 | 0.6 | 0.0 |
| 26 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.3 |
| 27 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 6.3 | 11.7 | 0.3 | 0.0 | 10.2 | 0.0 | 0.0 |
| 28 | 0.0 | 3.3 | 0.0 | 15.0 | 0.0 | 0.3 | 6.3 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.9 | 7.8 |
| 29 | 0.0 | | 0.0 | 1.5 | 0.3 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 356.7 | 1.2 | 0.0 |
| 30 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 8.4 | 0.6 | 3.9 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 0.9 |
| 31 | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | 0.3 | | 4.5 |
| Σ: | 21.3 | 55.2 | 37.2 | 61.5 | 35.4 | 27.6 | 72.9 | 32.7 | 90.3 | 432.6 | 39.3 | 39.9 |
| Prům: | 0.7 | 2.0 | 1.2 | 2.1 | 1.1 | 0.9 | 2.4 | 1.1 | 3.0 | 14.0 | 1.3 | 1.3 |
| Max: | 8.1 | 34.8 | 10.8 | 15.3 | 10.2 | 10.5 | 11.7 | 25.8 | 40.8 | 356.7 | 7.2 | 9.6 |

Tab. 5: Přehled průměrného srážkového úhrnu za měsíc (2013-2017)

| Prům | Led | Úno | Bře | Dub | Kvě | Čer | Čec | Srp | Zář | Říj | Lis | Pro |
|-------------|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|
| 2018 | 1.8 | 0.2 | * 1.7 | | | | | | | | | |
| 2017 | 0.7 | 2.0 | 1.2 | 2.1 | 1.1 | 0.9 | 2.4 | 1.1 | 3.0 | 14.0 | 1.3 | 1.3 |
| 2016 | 0.7 | 1.6 | 1.6 | 1.0 | 1.9 | 1.7 | 1.7 | 0.6 | 0.0 | 1.4 | 0.9 | 0.9 |
| 2015 | 1.8 | 0.0 | 1.9 | 0.9 | 1.5 | 1.5 | 0.7 | 1.1 | 0.5 | 1.5 | 2.1 | 11.4 |
| 2014 | 0.8 | 0.0 | 1.6 | 0.9 | 3.6 | 1.4 | 1.3 | 1.8 | 2.1 | 1.0 | 0.4 | 1.1 |
| 2013 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 2.9 | 3.1 | 0.3 | 0.9 | 2.4 | 1.2 | 1.0 | 0.5 |
| Prům | 1.1 | 0.8 | 1.4 | 1.1 | 2.2 | 1.7 | 1.3 | 1.1 | 1.6 | 3.8 | 1.1 | 3.0 |

Rok 2017 byl srážkově nadprůměrný oproti rokům předešlým. Příčinou jsou především vysoké nárazové srážky, které průměr značně ovlivňují.

2.2.2 Teplota

Tab. 6: Přehled průměrných denních teplot za rok 2017

| 2017 ▾ | Led | Úno | Bře | Dub | Kvě | Čer | Čec | Srp | Zář | Říj | Lis | Pro |
|--------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| 1 | -5.7 | -1.5 | 6.2 | 16.1 | 12.6 | 17.3 | 17.5 | 28.7 | 15.1 | 11.6 | 7.1 | 0.1 |
| 2 | -4.6 | 0.0 | 7.6 | 16.1 | 12.2 | 18.7 | 18.6 | 26.7 | 14.1 | 12.5 | 9.9 | -0.6 |
| 3 | -0.1 | 2.3 | 7.8 | 12.7 | 11.5 | 21.4 | 18.8 | 24.4 | 14.4 | 12.1 | 8.4 | 0.5 |
| 4 | 1.3 | 2.1 | 10.7 | 11.2 | 14.0 | 18.6 | 18.8 | 24.9 | 15.0 | 11.8 | 6.2 | 1.3 |
| 5 | -4.5 | 2.5 | 10.6 | 10.3 | 13.7 | 22.3 | 20.3 | 23.5 | 15.0 | 11.9 | 8.7 | 3.9 |
| 6 | -8.0 | 0.2 | 5.7 | 8.2 | 15.1 | 17.8 | 21.2 | 20.9 | 15.8 | 10.6 | 8.4 | 5.3 |
| 7 | -15.2 | -0.8 | 5.3 | 7.9 | 14.0 | 16.3 | 21.7 | 20.0 | 14.1 | 10.7 | 7.8 | 3.9 |
| 8 | -7.3 | -3.7 | 3.8 | 11.4 | 11.1 | 16.8 | 22.0 | 21.0 | 15.0 | 10.4 | 5.7 | 4.1 |
| 9 | -4.6 | -3.6 | 6.3 | 12.6 | 6.8 | 20.8 | 23.4 | 22.6 | 17.0 | 8.1 | 7.6 | 1.3 |
| 10 | -6.2 | -0.2 | 5.9 | 14.9 | 8.4 | 19.9 | 25.2 | 26.5 | 14.7 | 10.5 | 7.9 | 1.2 |
| 11 | -10.0 | 2.2 | 5.2 | 8.9 | 13.9 | 20.0 | 18.9 | 19.3 | 14.7 | 13.7 | 6.5 | 6.1 |
| 12 | 0.1 | 2.2 | 3.6 | 10.1 | 17.1 | 22.2 | 20.0 | 17.1 | 14.4 | 13.9 | 4.7 | 6.4 |
| 13 | 2.3 | -2.2 | 4.9 | 9.6 | 16.2 | 17.8 | 16.6 | 18.5 | 14.3 | 12.5 | 3.6 | 1.9 |
| 14 | 0.0 | -1.9 | 5.6 | 10.0 | 16.4 | 17.5 | 15.0 | 19.3 | 14.7 | 12.8 | 2.7 | 4.1 |
| 15 | -0.4 | -1.2 | 8.0 | 11.5 | 17.2 | 20.0 | 15.5 | 21.6 | 14.0 | 13.0 | 3.4 | 3.3 |
| 16 | -2.4 | -1.1 | 7.0 | 7.6 | 16.8 | 18.3 | 17.3 | 20.4 | 11.8 | 13.6 | 6.5 | 1.3 |
| 17 | -5.5 | 1.9 | 8.4 | 5.3 | 19.0 | 14.5 | 20.8 | 21.5 | 12.4 | 13.6 | 5.4 | 1.2 |
| 18 | -4.7 | 3.7 | 7.4 | 4.3 | 20.3 | 19.2 | 21.7 | 25.2 | 11.1 | 13.4 | 3.0 | -2.7 |
| 19 | -13.8 | 3.5 | 5.9 | 3.8 | 21.9 | 22.2 | 25.1 | 20.6 | 10.8 | 12.2 | 4.4 | -1.9 |
| 20 | -8.2 | 4.1 | 10.4 | 3.4 | 16.0 | 24.6 | 23.1 | 18.3 | 11.8 | 11.1 | 3.4 | -0.6 |
| 21 | -3.5 | 7.0 | 11.4 | 5.6 | 17.9 | 23.2 | 24.1 | 16.7 | 10.9 | 10.6 | 3.8 | 1.2 |
| 22 | -5.1 | 7.3 | 6.8 | 9.3 | 17.2 | 22.6 | 22.6 | 14.6 | 12.4 | 10.9 | 7.3 | 3.3 |
| 23 | -2.5 | 8.4 | 6.0 | 6.3 | 18.8 | 20.5 | 20.8 | 13.6 | 10.1 | 9.4 | 4.6 | 5.5 |
| 24 | -3.5 | 5.7 | 7.9 | 8.6 | 14.4 | 22.7 | 17.9 | 17.8 | 12.9 | 9.9 | 6.5 | 8.1 |
| 25 | -2.1 | 2.2 | 5.9 | 12.1 | 14.6 | 22.2 | 17.7 | 20.5 | 13.9 | 12.2 | 6.4 | 5.6 |
| 26 | -2.0 | 5.5 | 6.4 | 5.3 | 16.6 | 21.6 | 18.8 | 22.2 | 13.5 | 13.5 | 3.1 | 1.9 |
| 27 | -3.0 | 6.9 | 6.1 | 6.5 | 19.4 | 20.3 | 17.6 | 21.0 | 14.9 | 10.5 | 3.1 | 4.3 |
| 28 | -5.4 | 8.4 | 9.2 | 5.3 | 20.6 | 20.8 | 20.0 | 17.5 | 15.3 | 9.2 | 5.0 | 4.4 |
| 29 | -6.9 | | 10.8 | 8.3 | 22.6 | 19.4 | 21.6 | 18.3 | 13.9 | 7.6 | 2.5 | 1.1 |
| 30 | -8.2 | | 13.2 | 9.7 | 22.6 | 20.1 | 24.2 | 20.6 | 12.1 | 5.5 | 2.7 | -0.2 |
| 31 | -3.8 | | 13.8 | | 20.6 | | 26.1 | 23.0 | | 5.7 | | 6.5 |
| Prům: | -4.6 | 2.1 | 7.5 | 9.1 | 16.1 | 20.0 | 20.4 | 20.9 | 13.7 | 11.1 | 5.5 | 2.6 |
| Max: | 2.3 | 8.4 | 13.8 | 16.1 | 22.6 | 24.6 | 26.1 | 28.7 | 17.0 | 13.9 | 9.9 | 8.1 |
| Min: | -15.2 | -3.7 | 3.6 | 3.4 | 6.8 | 14.5 | 15.0 | 13.6 | 10.1 | 5.5 | 2.5 | -2.7 |

Tab. 7: Přehled průměrných měsíčních teplot (2013-2017)

| Prům | Led | Úno | Bře | Dub | Kvě | Čer | Čec | Srp | Zář | Říj | Lis | Pro |
|------|------|-----|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 2018 | 5.9 | 2.5 | * 0.2 | | | | | | | | | |
| 2017 | -1.3 | 6.2 | 12.8 | 13.9 | 23.2 | 28.5 | 28.3 | 27.9 | 18.8 | 15.3 | 8.2 | 5.3 |
| 2016 | 2.6 | 8.7 | 9.9 | 15.9 | 22.5 | 27.0 | 28.1 | 26.5 | 25.6 | 13.0 | 7.1 | 2.9 |
| 2015 | 5.1 | 6.1 | 12.2 | 16.7 | 20.9 | 24.7 | 30.4 | 33.0 | 23.0 | 14.9 | 11.2 | 8.8 |
| 2014 | 4.7 | 8.8 | 15.5 | 19.1 | 20.7 | 25.6 | 30.0 | 25.1 | 22.7 | 17.2 | 10.8 | 5.1 |
| 2013 | 1.8 | 4.1 | 5.5 | 16.4 | 21.1 | 25.7 | 30.4 | 27.4 | 19.2 | 18.9 | 9.2 | 6.6 |
| Prům | 3.1 | 6.0 | 9.3 | 16.4 | 21.7 | 26.3 | 29.4 | 28.0 | 21.9 | 15.8 | 9.3 | 5.8 |

Po zhodnocení dat získaných z hydrometeorologické stanice Blešno je zřejmé, že rok 2017 byl teplotně slabě podprůměrný oproti normálům z let 2014–2016, průměrná roční teplota byla 10,36 °C. Délka vegetační doby je považována za měsíční teploty nad 10 °C, což se odehrávalo v 6 měsících.

2.3 Pedologie

Nadmořská výška zkusných ploch se pohybuje v rozmezí 257–262 m. n. m. Všechny zkusné plochy spadají do 2. lesního vegetačního stupně, tzn. stupeň bukodubový. Lesním typem je zde svěží březová doubrava, matečným substrátem jsou matečné jílovce a slínovce. Půdním typem je podzol arenický. Pedologické údaje byly čerpány především z internetových stránek služby UHUL.

2.3.1 Pokusné plochy

První pokusná plocha byla nazvána Krmeliště (K1), byla orientována severně. Její velikost byla cca 10 arů, GPS souřadnice: 50° 10' 57.1398349" N 16° 1' 53.8595581" E. Stáří volné plochy jsou 3 roky.

Druhá pokusná plocha byla nazvána Koleje (K2), její orientace je východní. Velikost jsem určil jako cca 15 arů, GPS souřadnice: 50° 10' 51.7480616" N 16° 1' 47.1390152" E. Stáří volné plochy jsou 3 roky.

Pokusná plocha K1 a K2 leží ve stejném porostním celku, který je 85 let starý se zakmeněním 10.

Třetí pokusná plocha byla pojmenována jako Klády (K3), její orientace je severovýchodní. Velikost je cca 10 arů, GPS souřadnice 50° 11' 14.0065845" N 16° 1' 19.2526245" E. Stáří volné plochy jsou 2 roky, podle LHP je stáří okolního porostu 81 a zakmenění 9, složení okolního porostu:

Tab. 8: Zastoupení dřevin na jednotlivých plochách dle LHP

| Číslo pokusné plochy | Dřevina | Zastoupení | Výč. Tloušťka (cm) | Výška (m) | Objem Stř. kmene (m) | Absolutní Bonita | Relativní bonita |
|----------------------|---------|------------|--------------------|-----------|----------------------|------------------|------------------|
| (K1) + (K2) | SM | 93 | 24 | 25 | 0,51 | 28 | 3 |
| (K1) + (K2) | BO | 5 | 35 | 26 | 1 | 28 | 1 |
| (K1) + (K2) | BR | 1 | 28 | 25 | 0,55 | 26 | 1 |
| (K1) + (K2) | OL | 1 | 28 | 25 | 0,63 | 26 | 2 |
| (K3) | SM | 100 | 26 | 26 | 0,62 | 28 | 3 |

2.3.2 Fytocenologické snímky

Tab. 9: Zastoupení rostlin na jednotlivých plochách

| Český název | Latinský název | Zastoupení na K1 (%) | Zastoupení na K2 (%) | Zastoupení na K3 (%) |
|-------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Kopřiva dvoudomá | <i>Urtica dioica</i> | 85 | 80 | 0 |
| Locika kompasová | <i>Lactuca seriola</i> | 7,5 | 10 | 60 |
| Rdesno pepřík | <i>Persicaria hydropiper</i> | 5 | 5 | 20 |
| Kaprad' osténkatá | <i>Dryopteris cartusiana</i> | 2,5 | 5 | 20 |

2.4 Výběr zkusných ploch

V rámci sběru dat byly vybrány 3 různé lokality, na kterých proběhla úmyslná těžba z důvodu výskytu kůrovce, tzv. kůrovcová oka. Těžba byla provedena v letech 2015-2016 a od té doby ponechána přirozené obnově. V předešlých letech se přirozená obnova neujala.

Vytyčení pokusných ploch proběhla na začátku vegetačního období – v první polovině května. Na jednotlivých pokusných plochách bylo založeno původně 15 zkusných plošek o průměru 0,6 m. Po posouzení různých světelných podmínek zkusné plošky sloužily tři alternativy: volná plocha (odhadovaný zápoj 0%), okraj mateřského porostu (odhadovaný zápoj 40-60%), zápoj nad mateřským porostem (odhadovaný zápoj 90-100%). Zkoumané zkusné plošky byly rozmístěny náhodně při dodržení poměru 5 zkusných plošek pod plným zápojem.



Obr. 4: Detail semenáčků

Sběr dat proběhl na začátku listopadu, kdy byly zapsány a posouzeny všechny charakteristiky semenáčků jako na jaře.

Při založení zkusné plošky byly hodnoceny charakteristiky semenáčků:

- a) Počet semenáčků
- b) Poškození jednotlivých semenáčků – odhadem
- c) Výška semenáčků pomocí metru – přesnost na 1 m
- d) Tloušťka semenáčků v krčku pomocí posuvného měřítka
– s přesností na 0,1 mm

Dále byly hodnoceny parametry prostředí:

- a) Zápoj nad jednotlivými zkusnými ploškami – odhadem
- b) Zastoupení mechu a hrabanky na plošce – odhadem
- c) Vzdálenost k nejbližšímu stromu – metr s přesností na cm
- d) Vzdálenost k hraně porostu – pomocí metru s přesností na cm

2.5 Statistické metody použité pro vyhodnocování

Pro vyhodnocení statistických testů byl použit statistický program STATISTICA 12. Pro vyhodnocení a porovnání zjištěného počtu jedinců na jednotlivých lokalitách, naměřených výšek semenáčků, naměřených tloušťek kořenových krčků a sezonního přírůstku za vegetační dobu spolu s charakteristikami jednotlivých semenáčků byl použit program ANOVA a neparametrické post-hoc testy. Dále bylo použito názorné grafické zobrazení pomocí box-plot grafů v programu STATISTICA 12. Vzhledem k tomu, že data neměla normální rozdělení, byla jejich závislost vyhodnocena pomocí korelační analýzy přes Spearmanův korelační koeficient. Hodnoty koeficientu pro korelaci r spočívají v hodnotách mezi -1 pro zcela zápornou korelaci a +1 pro zcela kladnou korelaci, hladina významnosti p byla stanovena na 0,05.

3. Výsledky měření

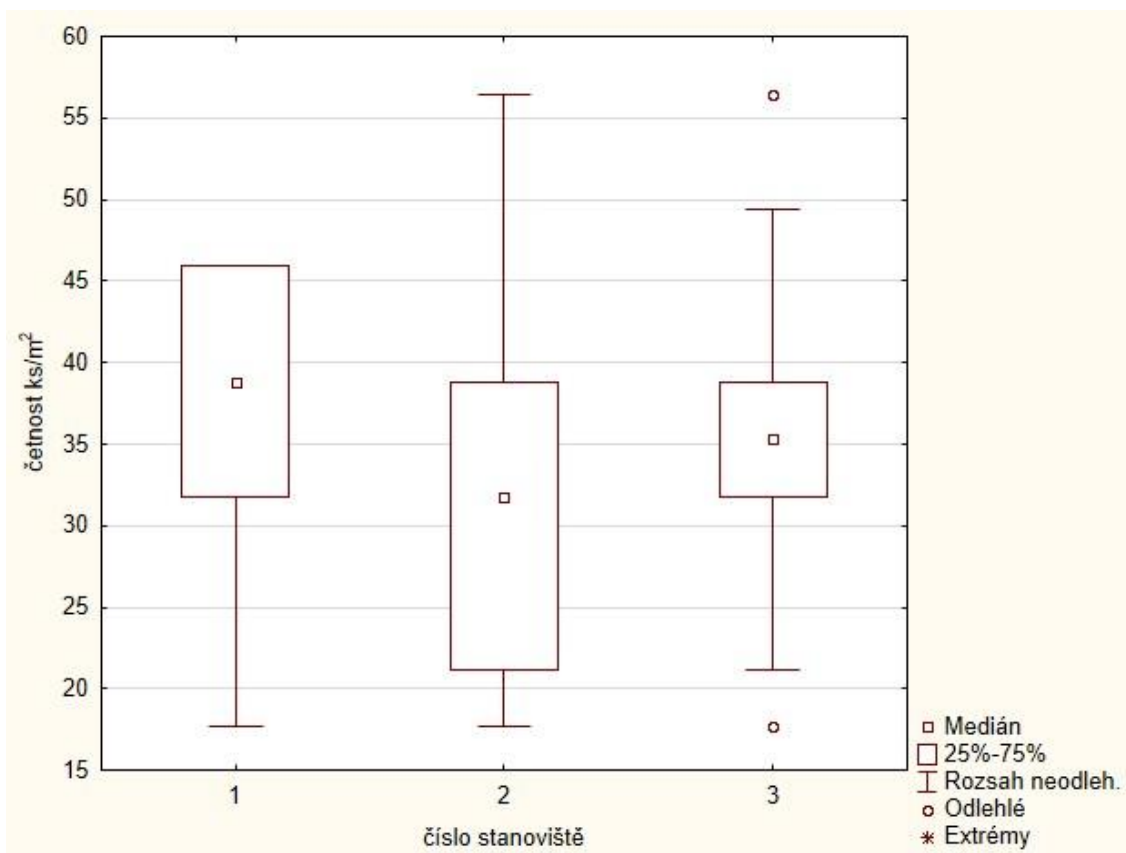
3.1 Počty jedinců přirozené obnovy

Všechny následující tabulky a grafy se vztahují k jednotlivým stanovištím (holým sečím a jejich okrajům) o výměře cca 10–15 arů. Počty jedinců přirozené obnovy na měřených stanovištích se příliš neliší. Na lokalitě K1 byl průměrný počet 37, jedinců/m², na lokalitě K2 byl průměrný počet 33,4 jedinců/ m² a na lokalitě K3 byl nejvyšší počet 36,5 jedinců/ m² (Tab. 10, Graf 1).

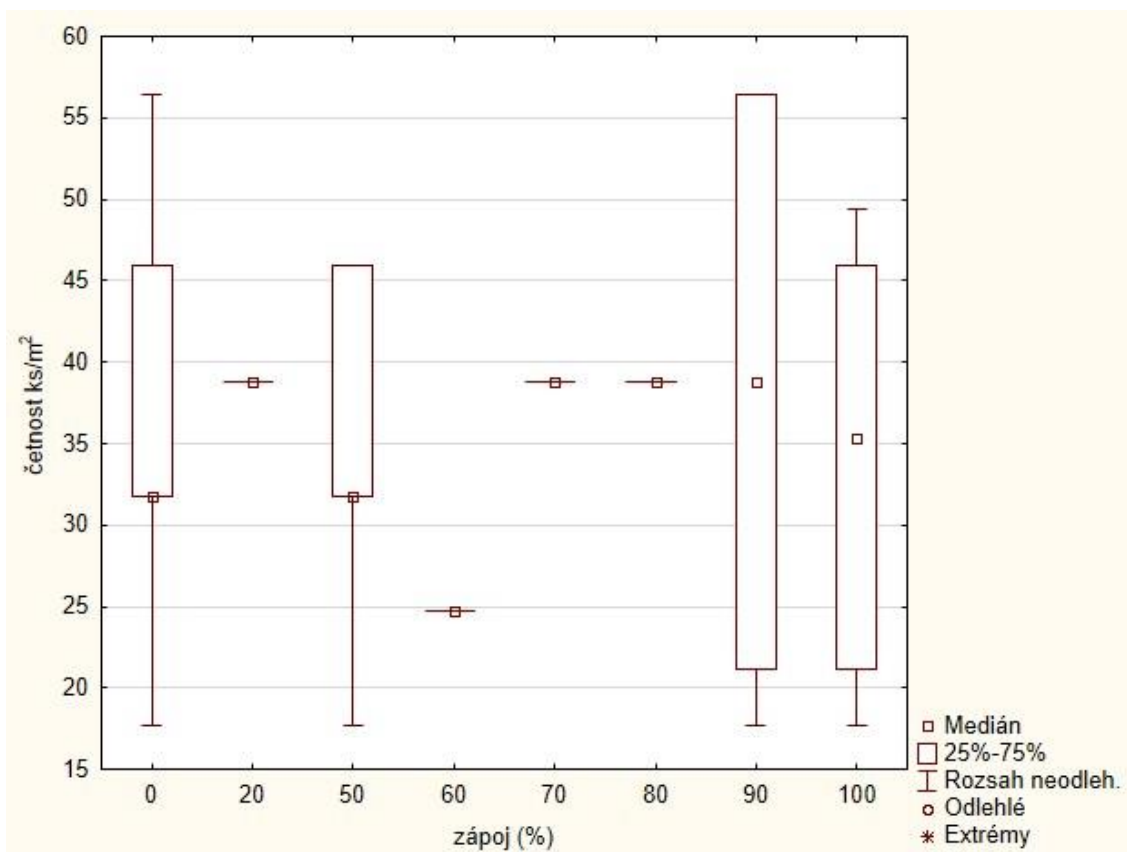
Tab. 10: Celkové počty semenáčků na jednotlivých stanovištích a jejich průměr na m²

| Stanoviště | Počet semenáčků | Průměrný počet semenáčků (m ²) | Orientace plochy | Stáří plochy (roky) |
|------------|-----------------|--|------------------|---------------------|
| K1 | 139 | 37,5 | severní | 3 |
| K2 | 98 | 33,4 | východní | 3 |
| K3 | 130 | 36,4 | severovýchodní | 2 |

Z tabulky 10. je patrné, že nejvíce semenáčků se vyskytovalo na stanovišti K1 a K3, které jsou staré 2 a 3 roky. To může být dáno jejich severní orientací naproti stanovišti K2, které je orientováno východně.



Graf 1: četnost semenáčků přirozené obnovy na jednotlivých stanovištích

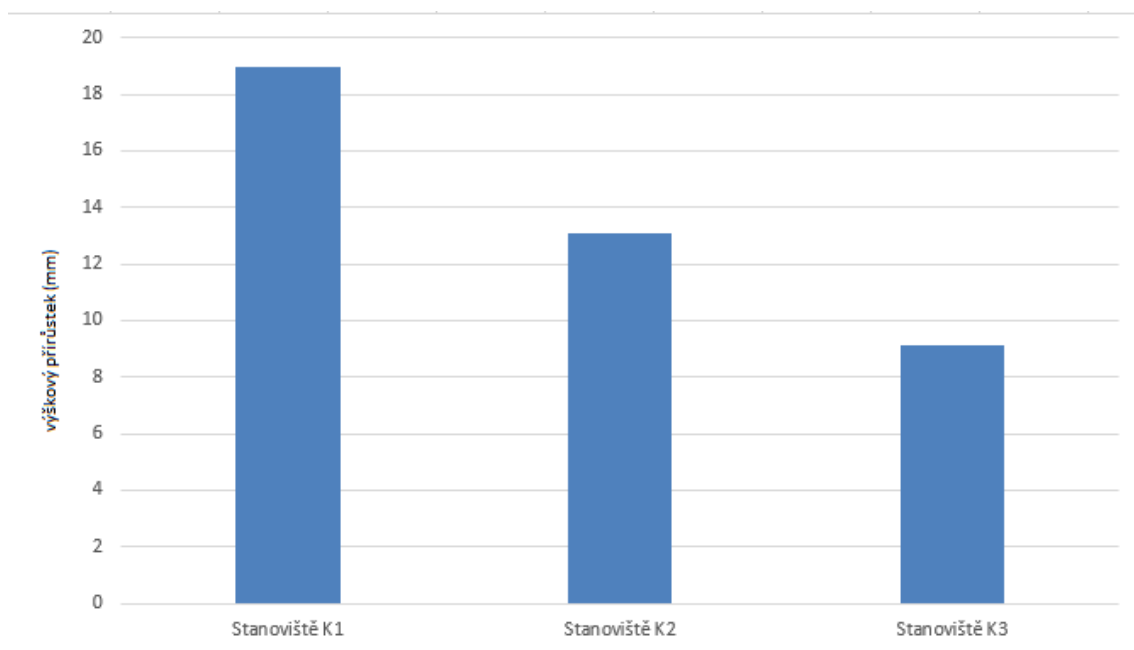


Graf 2: četnost semenáčků v závislosti na zápoji mateřského porostu

Graf č. 2 ukazuje, že se na stanovištích K2 početně vyskytovalo nejen nejméně semenáčků, ale jejich četnost na jednotlivých zkusných ploškách byla nejmenší, to může být zapříčiněno orientací stanoviště K2. Rozporuplný vliv na četnost obnovy měl i zápoj mateřského porostu (Graf 3).

3.2 Výškový a tloušťkový přírůst semenáčků

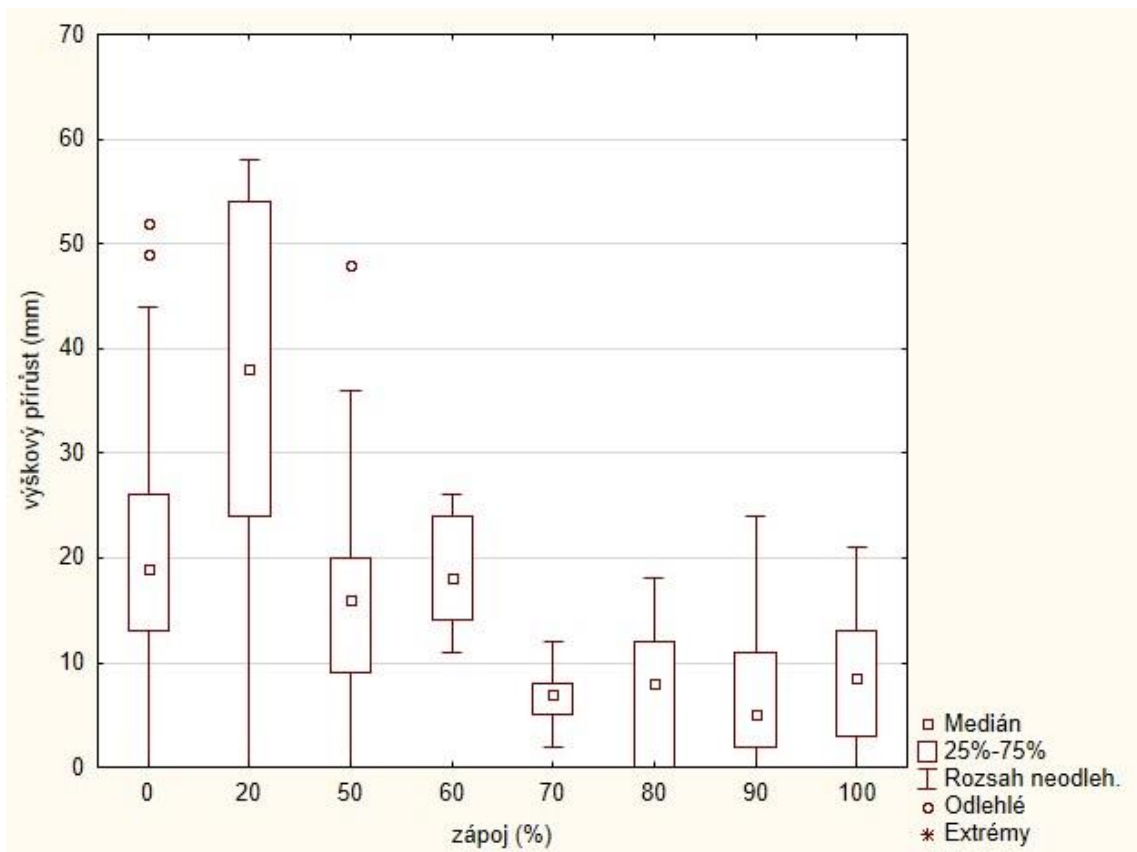
Výškový přírůst přirozené obnovy (Graf 4) se liší především v lokalitě K1, u ostatních stanovišť se během vegetační doby přírůst nelišil a dosahoval v průměru 2-3 cm za první vegetační sezónu. Výrazným faktorem, který výškový přírůst ovlivňuje, je např. teplota a srážkový úhrn. Z tohoto pohledu se teploty na sledovaném území v posledních desetiletích mírně zvyšovaly, avšak za posledních pět let nebyl rok 2017 teplotně nadprůměrný, zato byl nadprůměrný srážkově.



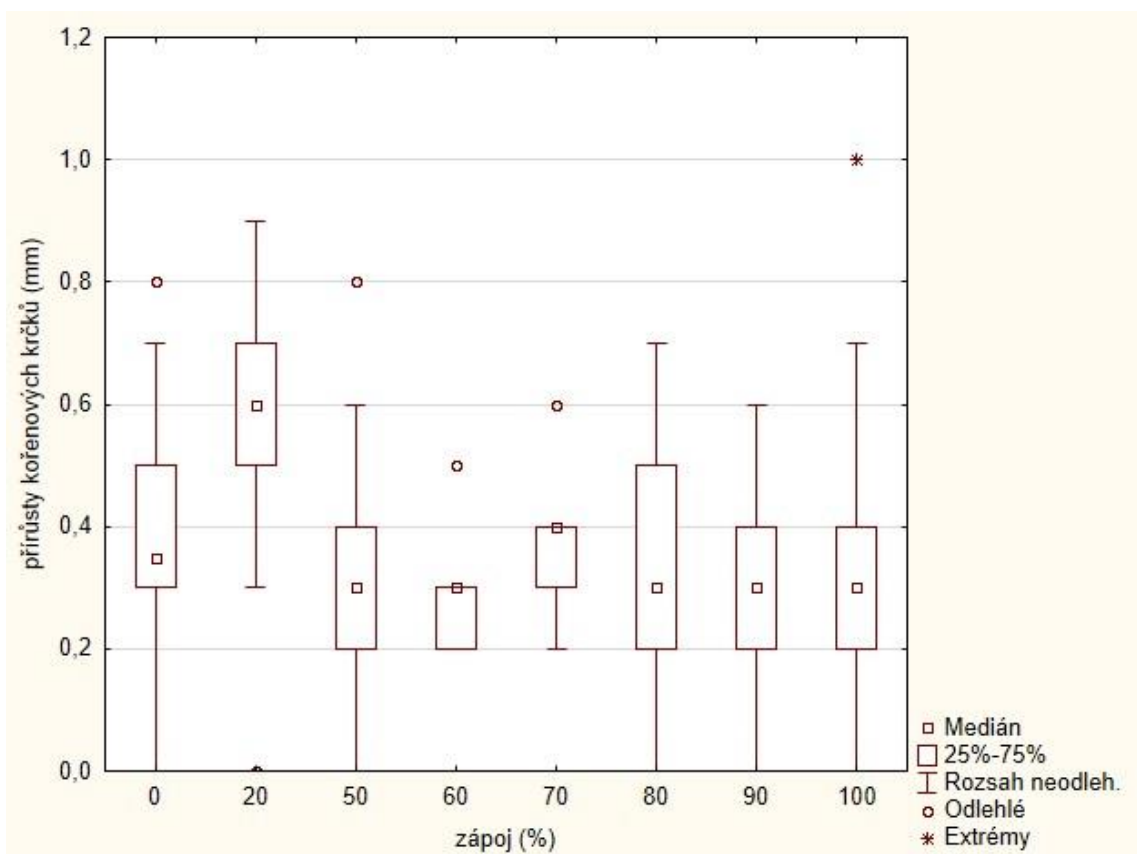
Graf 3: průměrný výškový přírůstek semenáčků na jednotlivých stanovištích

Tab. 11: Vzájemné vztahy mezi parametry obnovy a vlastnostmi stanoviště (Pearsonův korelační koeficient)

| Proměnná | vyska_jaro | dif_vyska | vyska_podzim | krcek_jaro | dif_krcek | krcek_podzim | poskozeni | mech | hrabanka | strom_daleko | hrana_porostu | zapoj |
|----------------|------------|-----------|--------------|------------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------------|-----------|
| plocha | -0,005654 | -0,090737 | -0,078035 | -0,068812 | -0,089826 | -0,089787 | 0,056337 | 0,059245 | -0,059245 | -0,096871 | -0,005885 | 0,133830 |
| cetnost | 0,019791 | -0,017602 | -0,009466 | 0,021464 | 0,072821 | 0,043066 | 0,045803 | 0,006854 | -0,006854 | 0,078101 | -0,023774 | -0,034531 |
| mortalita | 0,151889 | 0,039083 | 0,074190 | 0,138670 | -0,079061 | 0,093519 | 0,230402 | -0,092462 | 0,092462 | 0,019165 | -0,038062 | -0,119601 |
| semenacek_cisl | 0,012481 | -0,026851 | -0,019249 | 0,016041 | -0,061008 | -0,006615 | 0,134834 | -0,016421 | 0,016421 | 0,046170 | -0,005949 | -0,033527 |
| vyska_jaro | 1,000000 | 0,470659 | 0,668320 | 0,444448 | 0,283256 | 0,480120 | -0,061024 | -0,233794 | 0,233794 | 0,167020 | 0,116396 | -0,278544 |
| dif_vyska | 0,470659 | 1,000000 | 0,970882 | 0,648734 | 0,552096 | 0,747404 | -0,371546 | -0,226733 | 0,226733 | 0,320786 | 0,240289 | -0,496676 |
| vyska_podzim | 0,668320 | 0,970882 | 1,000000 | 0,667615 | 0,542375 | 0,760489 | -0,329817 | -0,254634 | 0,254634 | 0,315801 | 0,234189 | -0,494372 |
| krcek_jaro | 0,444448 | 0,648734 | 0,667615 | 1,000000 | 0,235303 | 0,945130 | -0,004925 | -0,299945 | 0,299945 | 0,401784 | 0,302605 | -0,543281 |
| dif_krcek | 0,283256 | 0,552096 | 0,542375 | 0,235303 | 1,000000 | 0,539913 | -0,535977 | -0,103933 | 0,103933 | 0,030109 | 0,015828 | -0,107515 |
| krcek_podzim | 0,480120 | 0,747404 | 0,760489 | 0,945130 | 0,539913 | 1,000000 | -0,184424 | -0,294699 | 0,294699 | 0,358081 | 0,267388 | -0,506641 |
| poskozeni | -0,061024 | -0,371546 | -0,329817 | -0,004925 | -0,535977 | -0,184424 | 1,000000 | -0,006608 | 0,006608 | 0,042399 | 0,037711 | -0,041101 |
| mech | -0,233794 | -0,226733 | -0,254634 | -0,299945 | -0,103933 | -0,294699 | -0,006608 | 1,000000 | -1,000000 | -0,504162 | -0,524541 | 0,489200 |
| hrabanka | 0,233794 | 0,226733 | 0,254634 | 0,299945 | 0,103933 | 0,294699 | 0,006608 | -1,000000 | 1,000000 | 0,504162 | 0,524541 | -0,489200 |
| strom_daleko | 0,167020 | 0,320786 | 0,315801 | 0,401784 | 0,030109 | 0,358081 | 0,042399 | -0,504162 | 0,504162 | 1,000000 | 0,902082 | -0,821745 |
| hrana_porostu | 0,116396 | 0,240289 | 0,234189 | 0,302605 | 0,015828 | 0,267388 | 0,037711 | -0,524541 | 0,524541 | 0,902082 | 1,000000 | -0,659975 |
| zapoj | -0,278544 | -0,496676 | -0,494372 | -0,543281 | -0,107515 | -0,506641 | -0,041101 | 0,489200 | -0,489200 | -0,821749 | -0,659975 | 1,000000 |



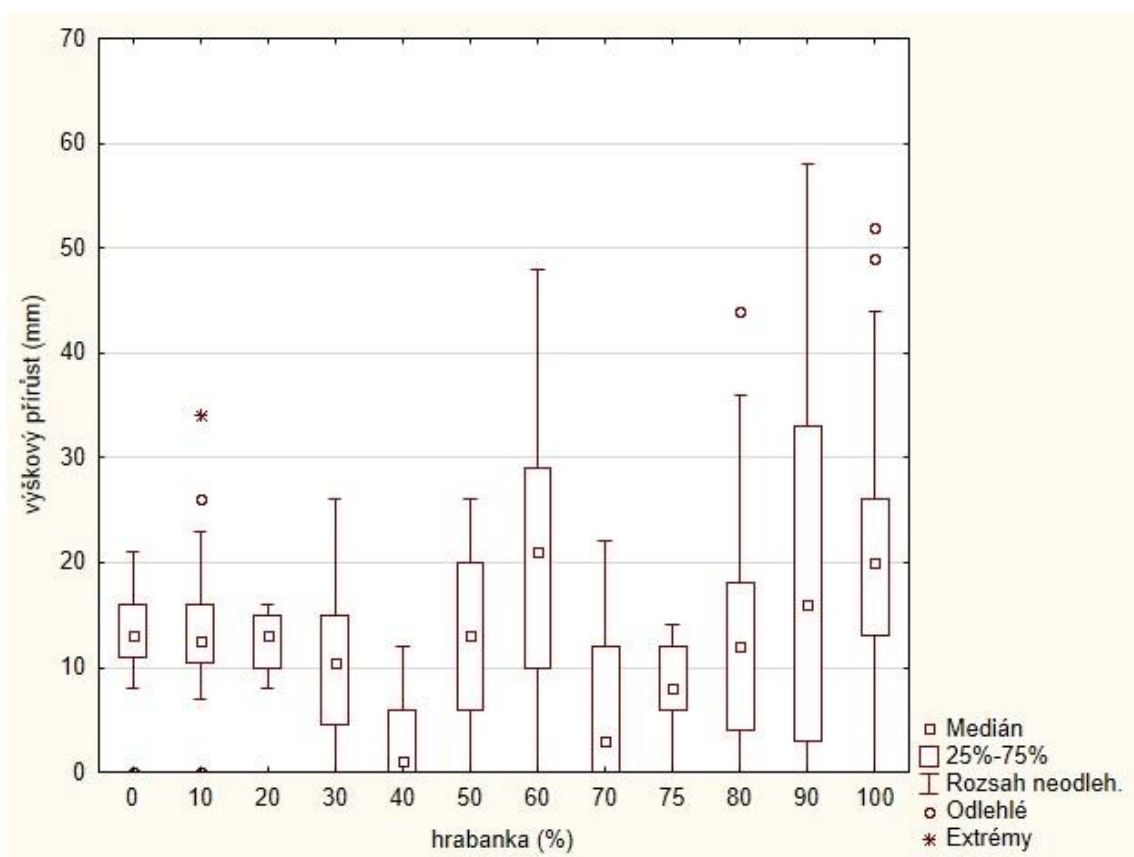
Graf 4: Výškové přírůsty během vegetační doby v závislosti na zápoji porostu



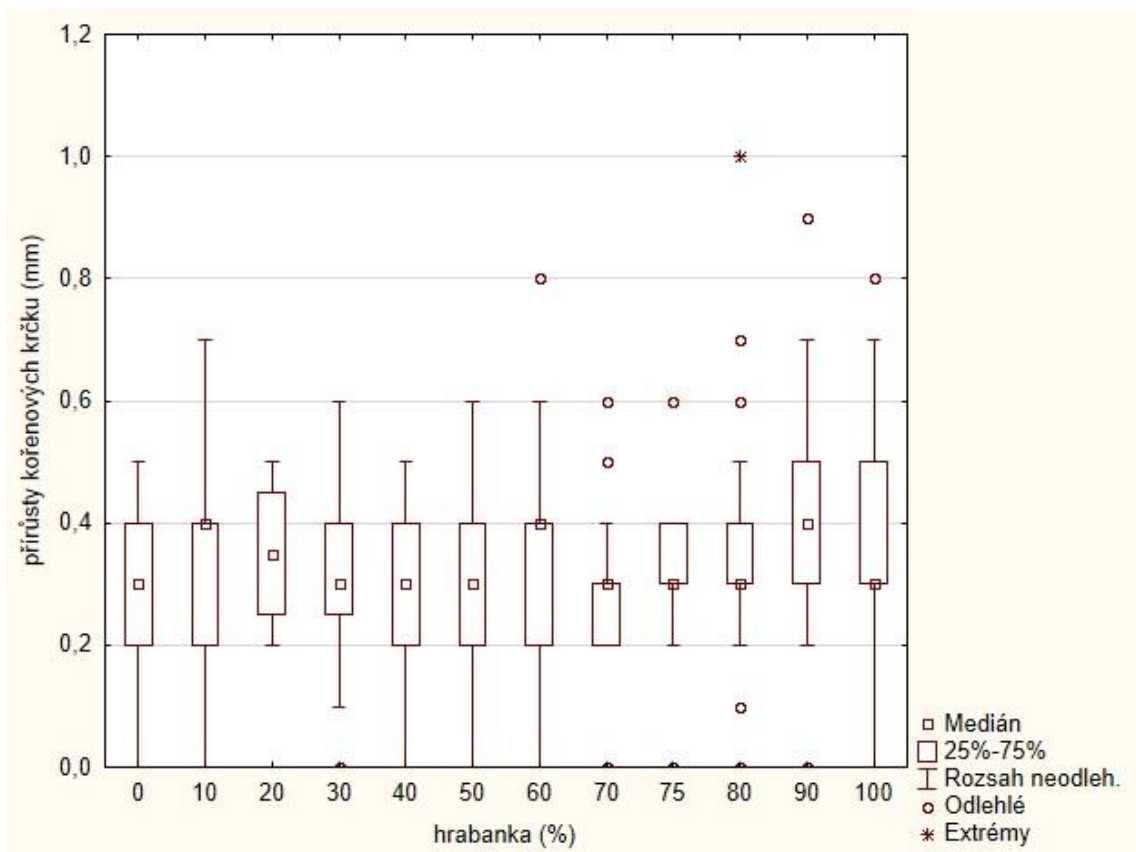
Graf 5: Přírůsty kořenových krčků během vegetační doby v závislosti na zápoji

Dle grafu č. 4 můžeme usoudit, že výškový přírůst se snižoval lineárně spolu se zápojem ($r=-0,5$), v případě 100 % zápoje tvořil přibližně 50 % přírůstu na volné ploše, což bylo průměrně 3 cm za vegetační sezónu. Graf č. 5 poukazuje na to, že přírůst tloušťkových krčků byl výrazně vyšší v slabším až nulovém zápoji.

3.3 Vliv mikrostanoviště na přírůst



Graf 6: Výškový přírůst v závislosti na zastoupení hrabanky

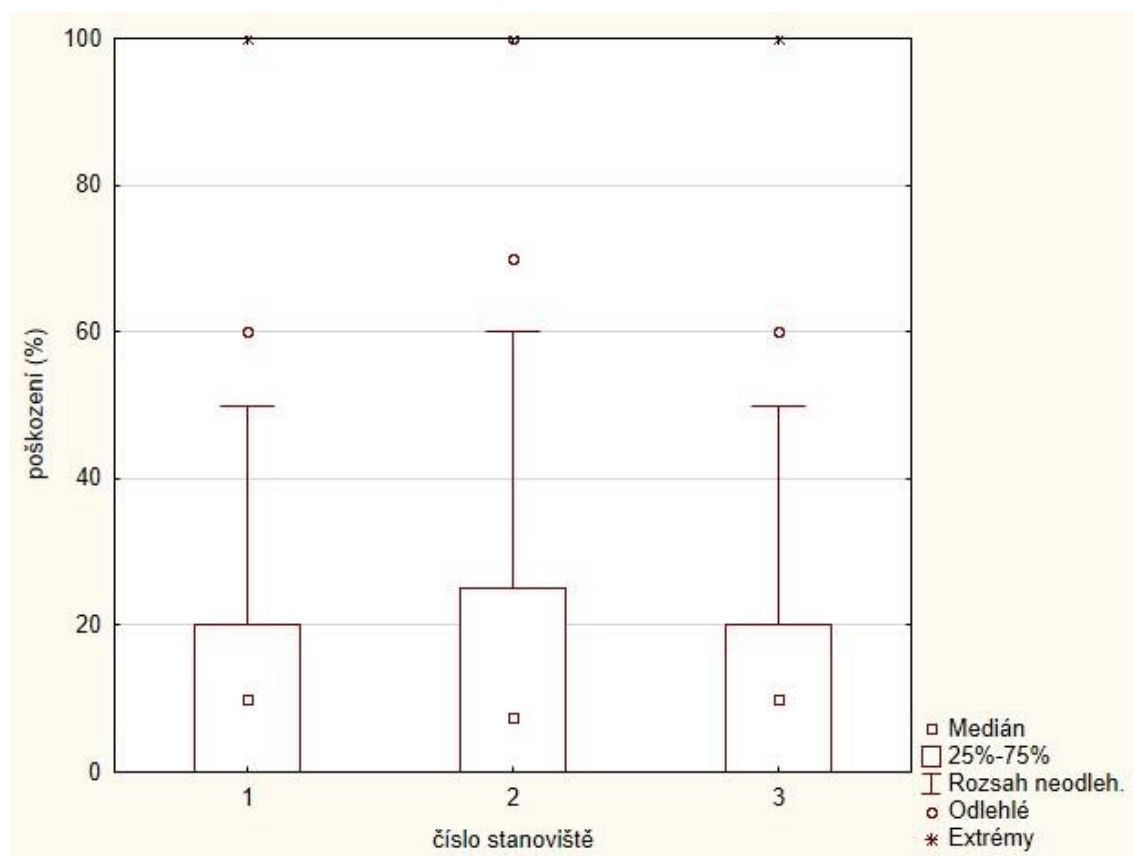


Graf 7: Přírůst kořenových krčků v závislosti na zastoupení hrabanky

Graf č. 6 ukazuje na to, že s přibývajícím plošným zastoupení hrabanky roste výškový přírůst ($r= 0,22$) a to zhruba o 50 %. S přibývajícím zastoupením mechu se výškový přírůst naopak snižuje ($r=-0,22$). Graf č. 7 poukazuje na přírůst kořenových krčků u jednoletých semenáčků se pohyboval v rozsahu 0,2 – 0,5 mm.

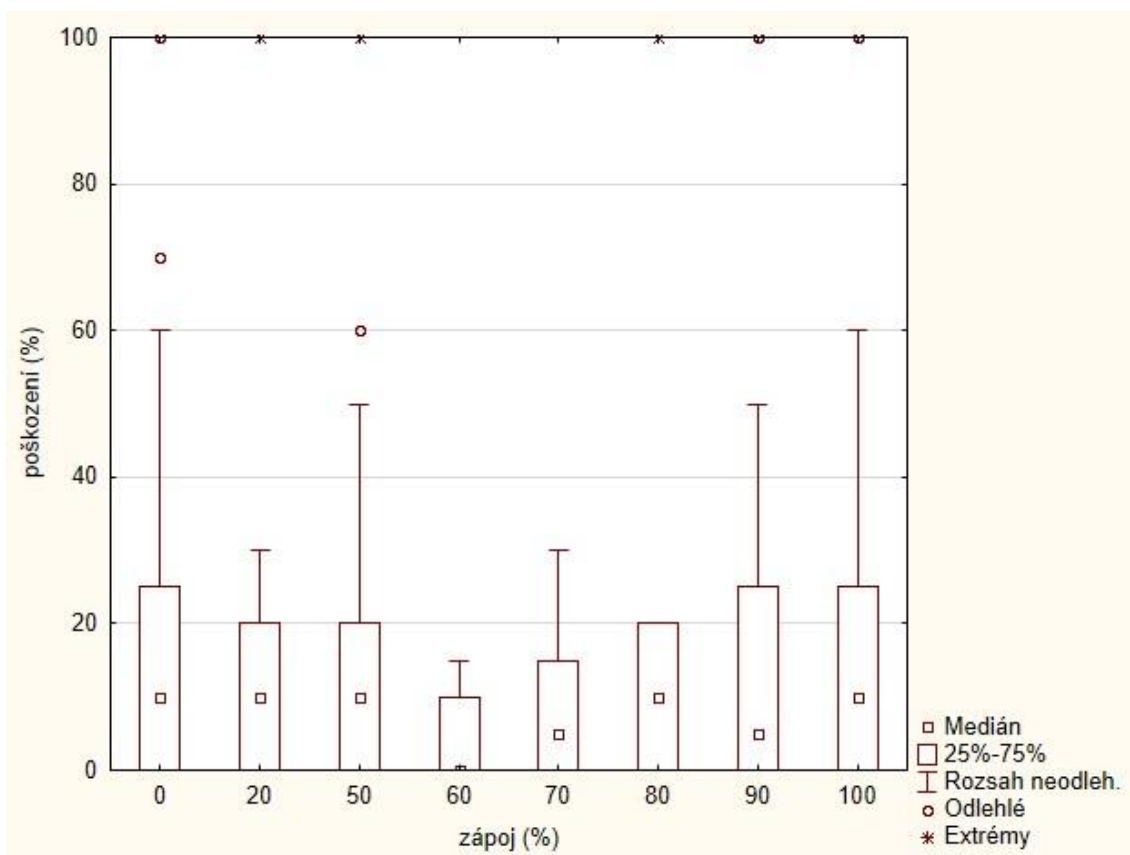
3.4 Poškození

Poškození zvěří u sledované přirozené obnovy nebylo téměř pozorováno, tudíž poškození zvěří je bezvýznamné. Naopak poškození sesycháním bylo značné, a to především u semenáčků pod nulovým zápojem, naopak pod vysokým zápojem mateřského porostu (80-100%) byly pozorovány plísně rodu *Diplodia pinea* a *Lophodermium piceae*.



Graf 8: poškození na jednotlivých stanovištích

Z grafu č. 8 je patrné, že největší poškození bylo na lokalitě K2, kde byla i nejmenší četnost semenáčků spolu s výškovými a tloušťkovými přírůsty.

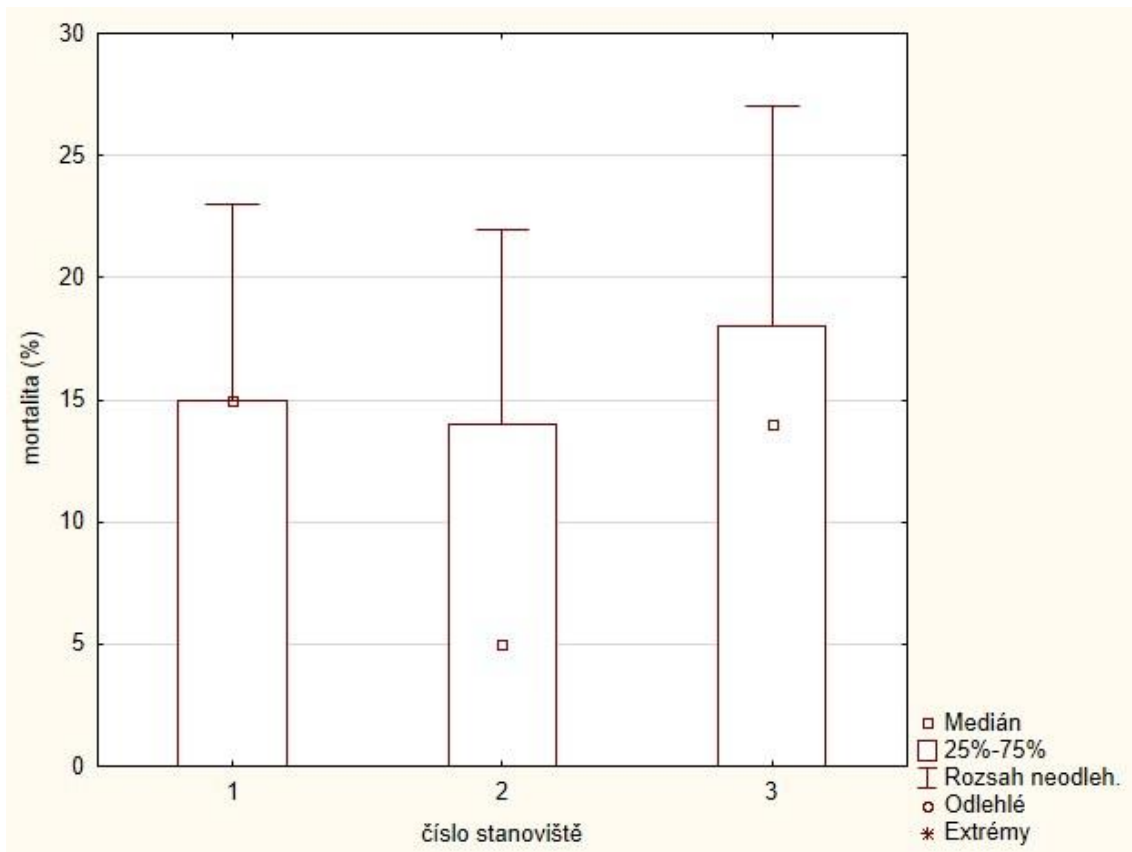


Graf 9: Poškození v závislosti na zápoji porostu

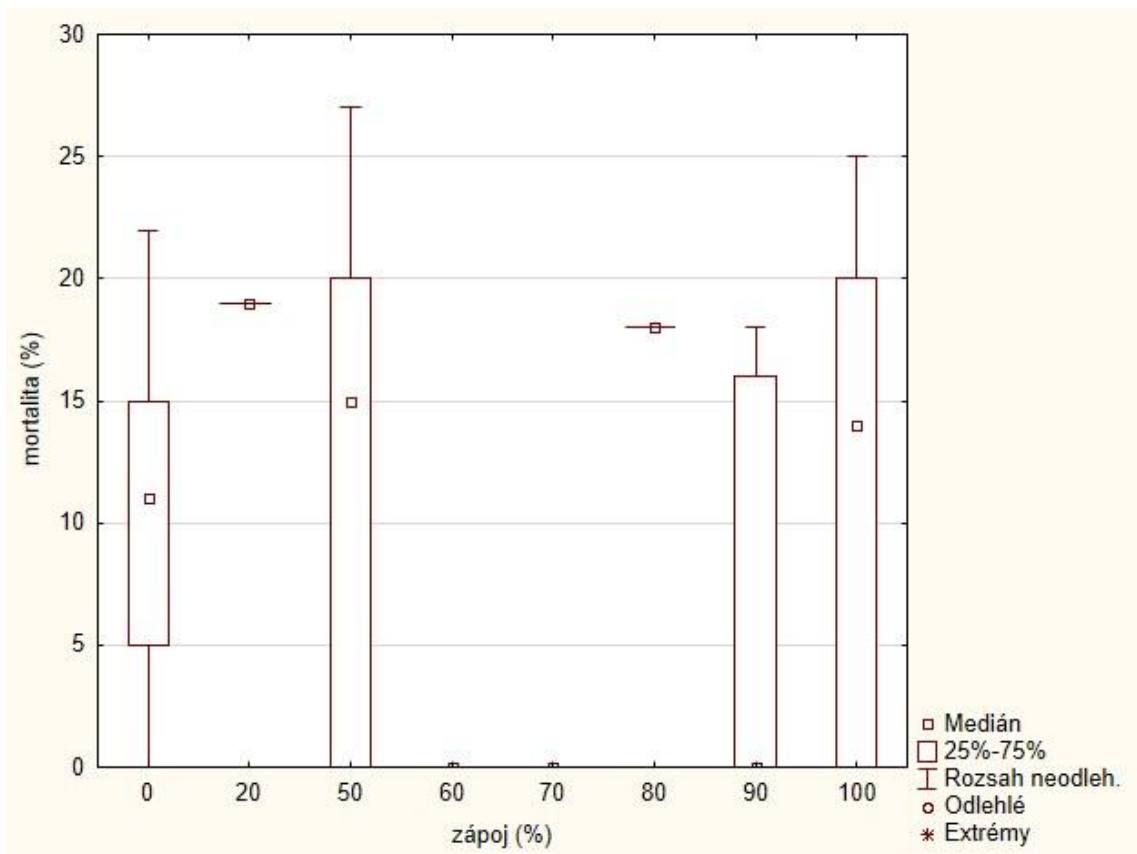
Z grafu č. 9 není možné jednoznačně určit, který zápoj měl největší vliv na poškození semenáčků

3.5 Mortalita

Mortalita na jednotlivých stanovištích se příliš nelišila, celková mortalita všech stanovišť se pohybovala okolo 15-20 %. Nejvyšší mortalita na stanovišti K3 může být způsobena stářím holoseče. Dle grafu č. 12 je nejnižší mortalita pod nejdřívším porostním zápojem (0-20%), to může být způsobeno vyšší četností plísňových chorob semenáčků pod hustšími zápoji.



Graf 10: Mortalita na jednotlivých stanovištích



Graf 11: Mortalita v závislosti na porostním zápoji

4. Diskuze

Počty jednoletých semenáčků měřených na zkusných ploškách se pohybovaly průměrně okolo 36 ks. m⁻². Podle výsledků není možné jednoznačně určit porostní zápoj ovlivňující výskyt semenáčků na měřených lokalitách. Při hustém zápoji (80–100%) se vyskytuje nejvyšší četnost, avšak s největší variabilitou počtu semenáčků, tj od 21–55 ks/m², při nulovém zápoji je četnosti nižší, počty jsou v rozsahu od 32–45 ks/m². Korunový zápoj je faktorem, který ovlivňuje všechny základní mikrostanovištní charakteristiky porostu. Především je základem pro přísun světla a tepla do porostu. Příliš hustý zápoj stromového patra brání přísunu sluneční energie na povrch půdy a tím omezuje přežívání semenáčků (Brang, 1996). Naproti tomu zvýšené záření vede k vysychání půdy a může omezit přežívání semenáčků, co je patrný případ mnou sledovaných ploch, které jsou v nadmořské výšce okolo 250-260 m. n. m., kde je nejvyšší četnost semenáčků pod zápojem 90 % - 100 %. To souhlasí s názorem, že přirozená obnova smrku může tolerovat větší zastínění na bohatších stanovištích v nižších nadmořských polohách, než na chudých stanovištích vyšších zeměpisných poloh (Mráček, Pařez, 1986).

Přírůst semenáčků byl zápojem rovněž ovlivněn. Podle výsledků tloušťkových a výškových přírůstů na jednotlivých lokalitách je možné říct, že z hlediska přírůstů jsou nejpříznivější volné plochy s nulových až slabým zápojem mateřského porostu (0% - 20%). Přírůst na nich dosahoval 25-55 mm za sezónu. K podobnému výsledků dospěla také de Chantal (2003), která zjistila, že na volné ploše semenáčky dosahují vyšší výšky ve spojitosti s většími hodnotami slunečního záření.

Významný vliv na růst semenáčků zejména v počáteční fázi má i půdní povrch a bylinné patro. Vyšší přírůsty semenáčků byly zjištěny na mikrostanovištích s hrabankou. Na význam tohoto typu mikrostanoviště a jeho vlivu na přirozenou obnovu jsou vedeny rozporuplné názory. To ale může být podle Vávrové (2009) ovlivněno ostatními stanovištními faktory. Hrabanku za vyhovující stanoviště pro klíčení pokládá Hanssen (2003) spolu s Baierem et al. (2007), kteří navíc uvádí, že dominance hrabanky zvýhodňuje smrkové semenáčky oproti ostatním mikrostanovištím jako je např. mechový pokryv. Toto zvýhodnění spočívá především ve vyšším množství dostupných živin, které se uvolňují z organických látek. I když je podle Hanssena (2003) smrkový opad vhodným stanovištěm pro semenáčky, tak při výskytu silnější vrstvy smrkové hrabanky mohou být její podmínky pro semenáčky nepříznivé. Naproti tomu k opačnému názoru se přiklání Jonášová et Prach (2004), která uvádí hrabanku za nevhodný substrát pro klíčení, a to

kvůli snadnému vysychání a nevhodným vlhkostním podmínkám, především při silné vrstvě.

Poškození semenáčků se dle výsledků pohybovalo okolo 20 % a bylo způsobeno při nulovém zápoji především usycháním semenáčků a houbou *Lophodermium picea*, v hustém zápoji se ve velké míře objevovala houba *Diplodia pinea*. Na všech lokalitách bylo poškození v poměrně shodném rozsahu, lehce větší míra poškození se vyskytovala na stanovišti K2, kde podle mého názoru byl na vině nevhodný terén, na kterém byly ještě původní brázdy od těžební techniky z předešlých let.

Mortalita je hlavním negativem přirozené obnovy v prvním roce po vyklíčení semenáčků. Z výzkumu Zenáhlíkové et al., (2011) plyne, že v největším počtu trpí mortalitou právě malé semenáčky, avšak s rostoucí výškou nárostu jejich podíl klesá. Zenáhlíková et al., (2011) dále ve své práci uvedla, že mortalita semenáčků v prvním roce činila až 96 % v národním parku Šumava. Vysoká míra mortality může být způsobena nejen abiotickými činiteli (především přísušek ve vegetační sezóně), ale i biotickými činiteli (škůdci, houbové choroby, konkurence bylinného patra). V mé práci se mortalita na všech měřených stanovištích pohybovala okolo 15-18 %. Rok 2017 nevykazoval příliš vysoké denní teploty (přesahující 21 °C) a byl srážkově nadprůměrný. Podle Mráčka a Pařeza (1986) je zapotřební k optimálnímu růstu semenáčků 600-800 mm srážek, což v daném roce bylo splněno. Kombinace příznivých teplot a srážek může být důvodem k tak nízké mortalitě ve sledovaných lokalitách. Stanoviště K1 a K2 měly mortalitu takřka stejnou, pohybující se okolo 15 %. Změna byla pozorována na stanovišti K3, které je o rok mladší než ostatní plochy. Tento výsledek je možné porovnat s výsledkem Stuvera (2016), který zkoumal vliv stromového patra, pozemní vegetace a vlastností půdy na přirozenou obnovu a zjistil, že semenáčky byly ovlivněny charakterem půdy v tom, že jejich celková biomasa rostla, pokud vyrůstaly v půdách na plochách s delší dobou od vykonané holoseče.

5. Závěr

Práce hodnotí charakteristiky semenáčků smrku (*Picea abies*) v závislosti na zápoji porostu v nižších polohách Královehradecka, na 3 stanovištích shodujících se ve stáří přirozené obnovy (1 rok) a lesním typu (svěží březová doubrava) v soukromé oboře Bědovice – Třebechovice pod Orebem.

Počty semenáčků přepočtené na 1 m² se pohybovaly v rozmezí 33–37 ks.

Podle výsledků měřeného zápoje, nelze jednoznačně určit jeho vliv na četnost semenáčků.

Průměrné výškové roční přírůsty semenáčků ve vegetativní době (13, 3 mm) byly ovlivněny zápojem. Semenáčky výrazněji přirůstaly především v řídkém zápoji (0-20%) ve kterém byl výškový přírůst i přírůst kořenových krčků nejvyšší, spolu s rostoucím zápojem se přírůsty postupně snižovaly.

Z ostatních charakteristik stanoviště podstatný vliv na výškový i tloušťkový přírůst semenáčků měla hrabanka, s rostoucím množstvím hrabanky se přírůst výšky i tloušťky krčků lineárně zvyšovaly.

Poškození semenáčků nebylo prokazatelně ovlivněno zápojem, nevyšší poškození (cca 20%) bylo zaznamenáno pod zápojem nulový, ale i pod zápoji (90-100%).

Mortalita na jednotlivých stanovištích nebyla příliš odlišná, její průměrné rozmezí bylo okolo 15-20 %. Nejvyšší však byla pod hustým zápojem (90-100%).

Závěrem lze konstatovat, že ve sledovaných stanovištních a klimatických podmínkách nemá zápoj pozitivní vliv na charakteristiky semenáčků smrku, snižuje jeho přírůsty a zvyšuje mortalitu. Vzhledem k přirozené obnově smrku v Bědovické oboře bych doporučil snížení zápoje uvolněním korun na lokalitách určených k přirozené obnově, a to z důvodu snížení zastoupení mechu a podpoře hrabanky.

6. Použitá literatura

Babs M., Stuiver, David A. Wardle, Michael J. Gundale, Marie-Charlotte Nilsson, 2016: Seedling responses to changes in canopy and soil properties during stand development following clear-cutting

Baier P., Meyer J., Göttlein A., 2005: Regeneration niches of Norway spruce (*Picea abies*) splings in small canopy gaps in miced mountain forests of the Bavarian Limestone Alps. – Prigner – Verlag: 11–22.

Baláš M., Kuneš I., 2014: Biologické základy pěstování lesů. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, katedra pěstování lesů, 120 s. ISBN 978-80-213-2499-2.

Boden S., Kahle H. P., Wilpert K., Spiecker H., 2014: Resilience of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) growth to changing climatic conditions in Southwest Germany. *Forest Ecology and Management*, 315: 12-21 s.

Brang P., 1996: Ansamungsgut und Verteilung der Direktstrahlung in schlitzförmigen Bestandsöffnungen zwischenalpiner Fichtenwälder. *Schweiz. Z. Forstwes* 147: 761–784.

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.

Ešnerová J., Kuneš I., Baláš M., 2014: 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, 65 s. ISBN 978-80-213-2500-5.

Hanssen K. H., 2003: Natural regeneration of *Picea abies* on small clear-cuts in SE Norway, *Forest Ecology and Management* 180: 199-213.

Chroust L., 1997: Ekologie výchovy lesních porostů. Opočno, VÚLHM – VS: 277.

Jonášová M., Prach K., 2004: Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. *Ecological Engineering*, 20(1): 15–27.

- Kantor P., 2001: Přírozená obnova v závislosti na stanovištních a porostních podmínkách. In Sborník z konference „Podrostní způsob hospodaření na živných stanovištích s využitím přípravy půdy“, Hynčice u Krnova, Česká lesnická společnost.
- Koprowski M., 2013: Spatial distribution of introduced Norway spruce growth in lowland Poland: The influence of changing climate and extreme weather events. *Quaternary International*, 283: 139-146 s.
- Korpel' Š., 1991: Pestovanie lesa – Príroda, Bratislava 465 s.
- Kotrla P., Kuňák D., Kadlubiec R., 2005: Zásady obnovy lesa v 8. LVS Hrubého Jeseníku s přihlédnutím k vlivům mikroklimatických a živinových poměrů stanoviště.
- Kotrla P., Kuňák D., Kadlubiec R., 2005: Zásady obnovy lesa v 8. LVS Hrubého Jeseníku s přihlédnutím k vlivům mikroklimatických a živinových poměrů stanoviště.
- Kovář K., Hrdina V., Bušina F., 2013: Pěstování lesů Slš Bedřicha Schwarzenberga Písek.
- Kozłowski T.T.: Growth and development of trees. Vol. I. Seed germination, ontogeny and shoot growth. Academic Press New York and London 1971, 443 s. Krečmer 1968
- Kupka I., 2005: Základy pěstování lesa – Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 174 s.
- Kupka I., 2006: Je Langův dešťový faktor použitelný pro posouzení vlivu mikroklimatu na výškový růst lesní kultury? FLE ČZU Praha, Zprávy lesnického výzkumu svazek 51, č. 3/2006
- Kupka I., 2008: Pěstování lesů I. – Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 133 s.
- Kuuluvainen T., Hokkanen T. J., Jarvinen E., Pukkala T., 1993: Factors related to seedling growth in a boreal Scots pine stand: a spatial analysis of a vegetation-soil system
- Mencucinin., Piussip., Sullia Z., 1995: 30 years of seed production in a sub-alpine norway spruce forest – patterns of temporal and spatial variation. *Forst ecology and Management*, 76: 109-125
- Míchal I., Petříček V. (eds.) 1999: Péče o chráněná území II., Lesní společenstva. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 713 s.
- Mráček Z., Pařez J., 1986: Pěstování smrku. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 202 s.

- Musil I., 2003: Lesnická dendrologie 1. Jehličnaté dřeviny. Česká zemědělská univerzita v Praze: 352 s.
- Musil I., Hamerník J., 2007: Jehličnaté dřeviny. Academia Praha: 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9
- Nordborg F., Nilsson U., Orlander G., 2003: Effects of different soil treatments on growth and net nitrogen uptake of newly planted *Picea abies* (L.) Karst. Seedlings. *Forest Ecology and Management*, 190 (1-3): 571-582 s.
- Pagan J., 1997: Lesnícka dendrológia, TU Zvolen, 378 s.
- Palatová E., Mauer O., 2006: Reakce sazenic a mladších porostů smrku ztepilého a borovice lesní na simulované sucho ISBN 80-86690-35-0
- Podrázský V., 1999: Ekologie lesa: Dynamika a management lesních ekosystémů I. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 86 s.
- Poleno Z., Vacek S. (eds.) 2007: Pěstování lesů I. Ekologické základy pěstování lesů. Praha, Lesnická práce s. r. o., 315 s.
- Poleno Z., Vacek S., Podrázský V., 2009: Pěstování lesů. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009, 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.
- Richard F., Chausson J. S., Surber E., 1958: Der Einfluss der Wasserbedingung und der Bodenstruktur auf das wachstum von Fichtenkeimlingen. *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes* 34: 1-34.
- Sohn J. A., Gebhardt T., Ammer C., Bauhus J., Haberle H., Matyssek R., Grams T., 2013: Mitigation of drought by thinning: Short-term and long-term effects on growth and physiological performance of Norway spruce (*Picea abies*). *Forest Ecology and Management*, 308: 188–197 s.
- Šimek J., 1993: Přírozená obnova smrku. 2. vyd. Tábor: Frank, 1993. 55 s. ISBN 80-7084-056-0
- Úradníček L., Chmelař J., 1998: Dendrologie lesnická 1. část, Jehličnany.
- Vávrová E., 2003: Přírozená obnova smrku ztepilého (*Picea abies*) a dynamika sukcese dominant bylinného patra v průběhu rozpadu horských smrkových ekosystémů v Krkonoších. DP., depon. In: knihovna ÚŽP Přf UK Praha.

Vávrová E., 2009: Dynamika přízemní vegetace a přirozená generativní obnova smrku ztepilého v horských smrčínách Krkonoš v období po výrazném snížení imisí SO₂, (disert. Práce, ÚŽP, Přír. fak. UK, Praha). 151 s.

Webb S. L., 1989: Contrasting windstorm consequences in two forests, Itasca State Park, Minnesota. *Ecology* 70: 1167–1180

Wolz R., Rickli R., 1987: Zum Ausmaß der Trockenheit von Juli bis October 1985 aus klimatologischer Sicht. Meotest, Bundesamt für Forstwesen und Landschaftschutz, Bern, 1987, 36 s.

Zenáhlíková J., Svoboda M., Wild J., 2011: Stav a vývoj přirozené obnovy před a jeden rok po odumření stromového patra v horském smrkovém lese na Trojmezí v Národním parku Šumava, *Silva Gabreta*, 17(1). 37-54

Internetové zdroje

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016: Vydalo Ministerstvo zemědělství, Praha.

URL: <http://www.uhul.cz/ke-stazeni/informace-o-lese/zelene-zpravy-mze>

Zpráva o životním prostředí v Královéhradeckém kraji v roce 2014: Vydalo Ministerstvo životního prostředí

URL: <http://www1.cenia.cz/www/sites/default/files/2015/Kralovehradecky.pdf>

Mapa oborů z internetového portálu mapy.cz

URL: <https://mapy.cz/>

Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obr. 1: Areál rozšíření smrku ztepilého

Obr. 2: Langův dešťový faktor

Obr. 3: Mapa zájmového území s vyznačením experimentálních lokalit

Obr. 4: Detail semenáčků

Tab. 1.: plocha zastoupení smrku ztepilého v ČR

Tab. 2.: současné zastoupení smrku ztepilého

Tab. 3.: zastoupení smrku ztepilého v lesích ČR

Tab. 4.: Přehled denního srážkového úhrnu za rok 2017

Tab. 5: Přehled průměrného srážkového úhrnu za měsíc (2013-2017)

Tab. 6: Přehled průměrných denních teplot za rok 2017

Tab. 7: Přehled průměrných měsíčních teplot (2013-2017)

Tab. 8: Zastoupení dřevin na jednotlivých plochách dle LHP

Tab. 9: Zastoupení rostlin na jednotlivých plochách

Tab. 10: Celkové počty semenáčků na jednotlivých stanovištích a jejich průměr

Tab. 11: Vzájemné vztahy mezi parametry obnovy a vlastnostmi stanoviště

Graf 1: četnost semenáčků přirozené obnovy na jednotlivých stanovištích

Graf 2: četnost semenáčků v závislosti na zápoji mateřského porostu

Graf 3: průměrný výškový přírůst semenáčků na jednotlivých stanovištích

Graf 4: Výškové přírůsty během vegetační doby v závislosti na zápoji porostu

Graf 5: Přírůsty kořenových krčků během vegetační doby v závislosti na zápoji

Graf 6: Výškový přírůst v závislosti na zastoupení hrabanky

Graf 7: přírůst kořenových krčků v závislosti na zastoupení hrabanky

Graf 8: poškození na jednotlivých stanovištích

Graf 9: Poškození v závislosti na zápoji porostu

Graf 10: Mortalita na jednotlivých stanovištích

Graf 11: Mortalita v závislosti na porostním zápoji