

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Prosperita lípy srdčité při přestavbách akátových
porostů na Cholupickém vrchu v Praze**

**Growth Performance of Small-Leaved Linden in
Converted Black Locust Stands on Cholupický vrch in Prague**

Diplomová práce

Autor: Bc. Růžena Vrkočová

Vedoucí práce: doc. Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

Konzultant: Ing. Martin Baláš, Ph.D.

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Růžena Vrkočová

Lesní inženýrství
Lesní inženýrství

Název práce

Prosperita lípy srdčité při přestavbách akátových porostů na Cholupickém vrchu v Praze

Název anglicky

Growth Performance of Small-Leaved Linden in Converted Black Locust Stands on Cholupický vrch in Prague

Cíle práce

Vyhodnotit iniciální prosperitu výsadby lípy srdčité vnesené do přestavovaných akátových porostů v demonstračním objektu na Cholupickém vrchu v Praze.

Metodika

Připravte úvodní rešerši týkající se problematiky akátu, akátových porostů a způsobů jejich možného převodu na porosty domácích druhů dřevin.

Proveďte výchozí měření výsadeb lípy srdčité na stanovišti demonstračního objektu, které bude zahrnovat posouzení mortality, stanovení výšky, výškového přírůstu, tloušťky a tloušťkového přírůstu.

Současně proveďte některá doprovodná šetření na výsadbách: stanovení obsahu a fluorescence chlorofylu, stanovení chemického složení asimilačního aparátu lipových kultur založených za použití prostokořenných sazenic standardní velikosti a poloodrostků.

Výsledky statisticky vyhodnoťte a interpretujte.

Časový plán (termíny dokončení jednotlivých fází)

Předložení rešerše a dokončení terénních šetření: 12/2020

Zpracování dat: 1/2021

Předložení elaborátu závěrečné práce ke kontrole školitelem: 3/2021

Zpracování závěrečných připomínek vedoucího: 4/2021

Doporučený rozsah práce

45 stran

Klíčová slova

Tilia cordata; *Robinia pseudoacacia*; přestavby akátin; poloodrostky; sadební materiál

Doporučené zdroje informací

- De Jaegere T, Hein S, Claessens H (2016) A Review of the Characteristics of Small-Leaved Lime (*Tilia cordata* Mill.) and Their Implications for Silviculture in a Changing Climate. *Forests* 7:1–21.
doi:10.3390/f7030056
- Gallo J, Baláš M, Linda R, Kuneš I (2020) The effects of planting stock size and weeding on survival and growth of small-leaved lime under drought-heat stress in the Czech Republic. *Austrian J For Sci* 137 (1):43–66
- Kolbek J, Vítková M, Větvíčka V (2004) Z historie středoevropských akátin a jejich společenstev. *Zprávy České botanické společnosti, Praha* 39:287–298
- Kopinga J, Van den Burg J (1995) Using soil and foliar analysis to diagnose the nutritional status of urban trees. *J Arboric* 21 (1):17–24
- Kuneš I, Baláš M, Gallo J, Šulitka M, Suraweera C (2019) Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) a jeho role ve středoevropském a českém prostoru: review Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) a jeho role ve středoevropském a českém prostoru: review. [Black locust (*Robinia pseudoacacia*) and its role in Central Europe and Czech Republic: review]. *Zprávy Lesnického Výzkumu* 64 (4):181–190
- Radoglou K, Spyroglou G, Dobrowolska D, Nicolescu VN (2009) A review on the ecology and silviculture of limes: (*Tilia cordata* Mill., *Tilia platyphyllos* Scop, and *Tilia tomentosa* Moench.) in Europe. *Bodenkultur* 3 (3):9–20
- Vítková M, Müllerová J, Sádlo J, Pergl J, Pyšek P (2017) Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. *For Ecol Manag* 384:287–302.
doi:https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.057
- Vítková M (2011) Péče o akátové porosty. *Ochrana přírody ročník* 2011 (6):7–12
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Konzultant

Ing. Martin Baláš, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 13. 7. 2020

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18. 10. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 19. 10. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Prosperita lípy srdčité při přestavbách akátových porostů na Cholupickém vrchu v Praze** vypracovala samostatně pod vedením **doc. Ing. Ivana Kuneše, Ph.D.**, a použila jsem jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 19.4.2021

podpis autora:

Poděkování

V první řadě bych chtěla velmi poděkovat svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Ivanu Kunešovi, Ph.D., za podporu, cenné rady a odbornou pomoc při práci. Také děkuji Ing. Rostislavu Lindovi za užitečné rady a pomoc při statistickém zpracování dat, Ing. Martinovi Balášovi, Ph.D., za informace a rady ohledně výzkumné lokality a za pomoc při sběru dat, za což děkuji též prof. Ing. Vilému Podrázskému, CSc.

Velké díky patří mým rodičům za pomoc, kterou mi poskytovali nejen při této práci, ale i během celého studia, za jejich trpělivost a morální podporu, taktéž děkuji i svým sourozencům.

V neposlední řadě patří mé poděkování mému partnerovi, který mi byl oporou, a svým způsobem děkuji i své dceři.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá zachycením počáteční prosperity výsadby lípy srdčité na výzkumné ploše Cholupický vrch v Praze-Modřanech, kde probíhá v době tvorby diplomové práce přestavba porostu tvořeného nepůvodními druhy dřevin. Současný chřadnoucí porost tvoří v převažující míře trnovník akát spolu s dubem červeným a borovicí černou. Lípa srdčitá byla na tuto plochu vysazena na konci roku 2018 a ve větší míře v následujícím roce 2019. Cílem bylo obohacení přirozeného zmlazení dubu se snahou přeměnit druhově nepůvodní porost na porost domácích dřevin, a to ve dvou typech sadebního materiálu. Ve větší míře byly použity klasické sazenice v počtu 3100 jedinců, v menší míře pak poloodrostky (600 jedinců), které by mohly v dalších letech na této specifické lokalitě lépe odrůstat a odolávat tlaku buřeně. Předmětem terénního zkoumání bylo zjistit míru ujímavosti nové výsadby a zachytit velikost tloušťkového a výškového přírůstu nových jedinců. Jako doplňkový parametr pro vyhodnocení schopnosti výsadby odolávat stresům bylo zvoleno měření obsahu (koncentrace) chlorofylu v listech a jeho fluorescence. V rámci terénního měření byla provedena i inventarizace rostoucích jedinců a jejich očíslování pro potřeby měření v dalších letech. Tímto způsobem byl zjištěn i procentuální úhyn jedinců na lokalitě, který u poloodrostků dosahoval 4,0 % a u sazenic 5,7 %. Terénním měřením nebyli podrobeni všichni jedinci, ale statistický vzorek obsahující 278 poloodrostků a 582 sazenic klasické velikosti. Na výzkumné lokalitě byly zhotoveny dva druhy obnovních plošek. Prvním typem byla volná plocha, kde byl původní porost zcela odstraněn, druhým typem pak plocha vyhotovená pod porostem, částečně zastíněná a ovlivněná porostem rostoucím na lokalitě.

Ze změřených dat vyplynulo, že poloodrostky na výzkumné lokalitě dosahují vyšší procentuální ujímavosti než standardní sazenice. Zároveň je u poloodrostků lepší i výškový přírůst vyjádřený v relativním vztahu v procentech k výšce před vegetační sezónou, a to 9 % ku 7 % ve prospěch poloodrostků. Tloušťkový přírůst mezi oběma typy sadebního materiálu se procentuálně neliší a dosahuje 11 % původní tloušťky.

Klíčová slova: Cholupický vrch, *Tilia cordata*, *Robinia pseudoacacia*, prosperita umělé výsadby, přestavba akátin

Abstract

The aim of this thesis is the capturing of the initial prosperity of little-leaf linden planting on the research area Cholupický hill in Prague-Modřany. At the time of the thesis the conversion of non-native tree species was taking place. The current withering vegetation consists mainly of black locust (*Robinia pseudoacacia*) together with northern red oak and black pine. Little-leaf linden were planted on this area at the end of 2018 and to a greater extent in the following year 2019. The aim was to support the natural oak regeneration in an effort of converting non-native vegetation into domestic vegetation using two types of planting material. Standard-sized transplants in the number of 3100 pieces were used, and to a lesser extent large-sized transplants (600 pieces), which could grow better in this specific area in the coming years and can deal with the pressure of the weed. The subject of the investigation on site was to determine how easy the new plants are able to take root and to record the size of their increase in thickness and height. Measurement of chlorophyll concentration in leaves and its fluorescence was chosen as an additional parameter for evaluating the ability of stress-resistant planting. As part of the measurement on site, an inventory was taken of growing specimens and their numbering for measurement purposes in subsequent years. In this way, the percentage mortality of transplants in this area was also determined, which has reached 4.0 % in case of large-sized transplants and 5.7 % in case of standard-sized transplants. However, not all transplants were subject to this measurement. Only a statistical sample containing 278 large-sized transplants and 582 standard-sized transplants was involved. Two types of planting locations were constructed at this research area. The first type was the open area where the original vegetation was completely removed. In the second area the new plants were integrated into the old vegetation, being partially shaded and influenced by this co-existence.

The measured data showed that large-sized transplants within the research area have higher percentage of taking root. At the same time, the height increase is better for large-sized transplants, expressed in relative relation in percentage to the height before the growing season (9 % to 7 % in favour of large-sized transplants). The thickness increase between the two types of planting material does not differ as a percentage and reaches 11 % of the original thickness.

Keywords: Cholupický hill, *Tilia cordata*, *Robinia pseudoacacia*, prosperity of artificial planting, conversion of acacia trees

Obsah

1.	ÚVOD.....	12
2.	CÍLE PRÁCE	14
3.	LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	15
3.1	TRNOVNÍK AKÁT (<i>ROBINIA PSEUDOACACIA</i>).....	15
3.1.1	<i>Popis dřeviny</i>	15
3.1.2	<i>Historie původu</i>	16
3.1.2.1.	Primární areál.....	16
3.1.2.2.	Sekundární areál	16
3.1.2.3.	Rozšíření v Čechách.....	17
3.1.3	<i>Ekologické a stanovištní podmínky</i>	18
3.1.3.1.	Klimatické a geografické podmínky.....	18
3.1.3.2.	Světelné podmínky.....	19
3.1.3.3.	Půda	19
3.1.3.4.	Minerální látky a živiny	19
3.1.3.5.	Limitující prvky	20
3.1.4	<i>Akát a jeho pozitiva.....</i>	20
3.2	MANAGEMENT AKÁTOVÝCH POROSTŮ	21
3.2.1	<i>Způsoby převodu akátového porostu.....</i>	22
3.2.2	<i>Metody likvidace akátu.....</i>	23
3.2.2.1.	Kroužkování akátu.....	25
3.2.2.2.	Kácení na vysoký pařez	26
3.3	PŘEMĚNA, PŘEVOD A PŘESTAVBA POROSTU	26
3.4	LÍPA SRDČITÁ (<i>TILIA CORDATA</i>)	27
3.5	DRUHY SADEBNÍHO MATERIÁLU	28
3.5.1	<i>Standardní sazenice</i>	29
3.5.2	<i>Poloodrostky</i>	30
3.6	ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ CHOLUPICKÝ VRCH	31
4.	METODIKA.....	33
4.1	LOKALITA CHOLUPICKÝ VRCH.....	33
4.2	METODA ZALOŽENÍ VÝZKUMU	34
4.2.1	<i>Sadební materiál</i>	34
4.2.2	<i>Princip založení pokusu</i>	35
4.3	MĚŘENÍ TLOUŠŤKOVÉHO A VÝŠKOVÉHO PŘÍRŮSTU	37
4.3.1	<i>Postup měření výškového přírůstu</i>	37
4.3.2	<i>Postup měření tloušťkového přírůstu</i>	38

4.4	MĚŘENÍ OBSAHU A FLUORESCENCE CHLOROFYLU	38
4.5	ZPRACOVÁNÍ A VYHODNOCENÍ DAT	40
5.	VÝSLEDKY	42
5.1	UJÍMAVOST SADEBNÍHO MATERIÁLU	42
5.2	VÝŠKOVÉ PŘÍRŮSTY	43
5.3	TLOUŠŤKOVÉ PŘÍRŮSTY	45
5.4	OBSAH CHLOROFYLU	46
5.5	FLUORESCENCE CHLOROFYLU	47
5.6	STATISTICKÉ ZHODNOCENÍ	47
5.6.1	<i>Celkové výškové přírůsty</i>	<i>47</i>
5.6.2	<i>Celkové tloušťkové přírůsty</i>	<i>49</i>
5.6.3	<i>Obsah chlorofylu</i>	<i>50</i>
5.6.4	<i>Fluorescence chlorofylu</i>	<i>51</i>
6.	DISKUZE	52
7.	ZÁVĚR	55
8.	SEZNAM LITERÁRNÍCH ZDROJŮ	56
9.	PŘÍLOHY	61
9.1	SEZNAM PŘÍLOH NA CD	61
9.1.1	<i>Naměřené dendrometrické veličiny</i>	<i>61</i>
9.1.2	<i>Obsah (koncentrace) a fluorescence chlorofylu</i>	<i>61</i>

Seznam grafů

<i>Graf 1: Ujímavost a mortalita jedinců podle sadebního materiálu u vybrané části nově založené kultury na výzkumné lokalitě Cholupický vrch</i>	42
<i>Graf 2: Výškové přírůsty dle sadebního materiálu za vegetační období 2020 na výzkumné lokalitě Cholupický vrch včetně negativních přírůstů</i>	43
<i>Graf 3: Výškové přírůsty dle sadebního materiálu za vegetační období 2020 na výzkumné lokalitě Cholupický vrch</i>	44
<i>Graf 4: Tloušťkové přírůsty dle sadebního materiálu za vegetační období 2020 na výzkumné lokalitě Cholupický vrch.</i>	45
<i>Graf 5: Obsah chlorofylu v listech u různých typů sadebního materiálu pod porostem a na volné ploše na výzkumné lokalitě Cholupický vrch</i>	46
<i>Graf 6: Celkové výškové přírůsty dle sadebního materiálu za vegetační období 2020 na výzkumné lokalitě Cholupický vrch</i>	48
<i>Graf 7: Celkové tloušťkové přírůsty dle sadebního materiálu za vegetační období 2020 na výzkumné lokalitě Cholupický vrch</i>	49
<i>Graf 8: Obsah chlorofylu v listech jednotlivých druhů sadebního materiálu na výzkumné lokalitě Cholupický vrch</i>	50
<i>Graf 9: Fluorescence chlorofylu v listech jednotlivých druhů sadebního materiálu na výzkumné lokalitě Cholupický vrch</i>	51

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1: Počty a procentuální podíly vysazených a testovaných jedinců různých forem sadebního materiálu použitých na výzkumné ploše</i>	43
<i>Tabulka 2: Fluorescence chlorofylu dle formy sadebního materiálu pod porostem a na volné ploše na výzkumné lokalitě Cholupický vrch</i>	47

Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Kroužkování trnovníku akátu na výzkumné lokalitě Cholupický vrch. Foto: Martin Baláš.....</i>	<i>25</i>
<i>Obrázek 2: Ukázka skácení akátu na tzv. vysoký pařez a použití herbicidu Roundup na řeznou plochu dřeviny. Foto: Martin Baláš.....</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 3: Ukázka sazenice standardní velikosti lípy srdčité na volné ploše. Foto: Růžena Vrkočová</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 4: Ukázka poloostrožku lípy srdčité vysazené v jedné z oplocenek v rámci výzkumné lokality. Foto: Martin Baláš</i>	<i>31</i>
<i>Obrázek 5: Pohled do výzkumné lokality s trnovníkem akátem a borovicí černou. Foto: Pavel Luxa</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 6: Připravená jamková výsadba na výzkumné lokalitě Cholupický vrch. Foto: Martin Baláš</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 7 a 8: Měření obsahu a fluorescence chlorofylu pomocí přístrojů Opti-Science CCM-300 (vlevo), Opti-Sciences OS30p+ (vpravo). Foto: Růžena Vrkočová</i>	<i>39</i>

1. Úvod

Lokalita Cholupický vrch, na kterém se nachází i výzkumná plocha projektu, jehož součástí je i tato diplomová práce, se nachází v Praze-Modřanech.

Demonstrační objekty, ve kterých probíhá pokusná přestavba druhově nepůvodního porostu tvořeného zejména trnovníkem akátem, dubem červeným a borovicí černou, jsou situovány v blízkosti ulice Do Lipin. Diplomová práce se zabývá iniciální prosperitou výsadby lípy srdčité a porovnáním ujmavosti odrůstání dvou typů sadebního materiálu této dřeviny.

Výsadby lípy srdčité probíhaly v podzimním období ve dvou po sobě jdoucích letech 2018 a 2019, přičemž stěžejní etapa zalesňování proběhla až v roce 2019. Pro výsadbu byly použity dva druhy prostokořenného sadebního materiálu, a to sazenice standardní velikosti v počtu 3100 ks a dále poloodrostky v počtu 600 ks. Zalesňování probíhalo jak na volnou plochu po smýceném porostu, tak jako podsadba pod prosvětlený původní porost. Výsadba probíhala do vrtaných jamek, které byly hloubeny pomocí motorového jamkovače. Do vnitřních částí porostů nakonec sazenice ani poloodrostky sázeny nebyly, a to z důvodu přítomnosti přirozené obnovy dubu. Ten se na lokalitě ponechal samovolnému vývoji.

Výzkumné plochy jsou celkově tři a jejich souhrnná rozloha činí cca 1 ha, porosty jsou oploceny a probíhá v nich nejen výzkum na nové výsadbě, ale i na existujícím porostu nepůvodního akátu. U něj jsou zkoumány nejefektivnější postupy pro odstranění akátu v souvislosti jeho schopnosti pařezové a kořenové výmladnosti po smýcení porostu různými technologickými postupy (např. pokácení na vysoký pařez nebo metoda kroužkování). Dalším výzkumným tématem je i akátová semenná banka v půdě.

Terénní sběr dat na výzkumné lokalitě probíhal ve dvou fázích. Na jaře roku 2020 došlo k prvotnímu sběru dendrometrických dat o jedincích vysazených na podzim v předchozím roce. Zároveň byli jedinci systematicky označeni, aby mohlo dojít k opakovanému měření u každého vybraného jedince. Po skončení vegetační sezóny v průběhu listopadu 2020 proběhla druhá fáze sběru dendrometrických dat – opakované měření vybraných jedinců. Mezi měřené veličiny patřila výška jedince, respektive vzdálenost od úrovně terénu k nejvyššímu životaschopnému pupenu, tloušťka kořenového krčku jedince a u vybraného menšího množství jedinců i obsah a fluorescence chlorofylu v listovém aparátu.

Získaná data byla nejdříve převedena do elektronické podoby, zpracována v tabulkovém programu MS Excel a následně statisticky vyhodnocena pomocí programu Statistica. Grafické i tabulkové výstupy z terénního šetření se nacházejí v přílohách této práce.

2. Cíle práce

Práce si dává za cíl získat primární data o nově vzniklé výsadbě lípy srdčité na lokalitě Cholupický vrch, kde se vyskytuje nepůvodní porost tvořený invazivními druhy dřevin. V rámci terénního šetření je zkoumán tloušťkový a výškový přírůst jedinců lípy srdčité a jejich vitalita pomocí obsahu a fluorescence chlorofylu v listech.

V rámci rešeršní části práce se diplomová práce zabývá problematikou akátu, porostů tvořených dominantně touto dřevinou, specifiky jeho managementu a možnostmi převodu těchto nepůvodních porostů na porosty tvořené domácimi druhy dřevin.

Sesbíraná terénní data budou převedena do elektronické podoby a následně statisticky vyhodnocena a graficky znázorněna.

Hlavním cílem je zjištění míry iniciační prosperity jedinců lípy srdčité v rámci představovaného porostu a porovnání dvou typů sadebního materiálu, sazenic klasické velikosti a poloodrostků. Vyhodnocení ujmavosti by mělo přinést odpověď na otázku, který typ sadebního materiálu je pro použití v těchto situacích lepší a výhodnější.

3. Literární rešerše

3.1 Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*)

Jedná se o introdukovanou dřevinu ze Severní Ameriky, která se řadí mezi 40 nejinvazivnějších dřevin světa (MLÍKOVSKÝ, STÝBLO 2006) a mezi 100 nejinvazivnějších nepůvodních dřevin v Evropě (KUNEŠ et al. 2019).

3.1.1 Popis dřeviny

Trnovník akát je opadavý listnatý strom s bílými květy dosahující výšky až 30 m (MLÍKOVSKÝ, STÝBLO 2006). Koruna je nepravidelná, řídká a často bývá silně rozvětvená. Jedinci mohou být v našich podmínkách tvořeni i z více kmenů a jejich tvar je různě zakřivený. Borka je nepravidelná s viditelným hlubokým zvrásněním. Na jednotlivých větvích zůstávají ostré zdřevnatělé trny (SPOHN 2015). Podle KUNEŠ et al. (2019) na stanovištích, která jsou příznivější pro akát a v oblasti s vysokými teplotami, může akátový porost tvořit i poměrně dlouhé přímé kmeny.

Akát kvete na přelomu května a června, květy jsou bílé, silně aromatické, voní po vanilce a medu, jak uvádějí KUNEŠ et al. (2019). Včelaři považují akát za jednu z nejvýznamnějších medonosných dřevin. Tato vlastnost akátu také přispěla k četnému vysazování akátových porostů např. v roklích na Mělnicku nebo na části Českého středohoří. Často byl také vysazován v okolí vinic (KOLBEK et al. 2004). Plodem jsou lusky, které obsahují 4–10 tmavohnědých semen (SPOHN 2015). Semena jsou velmi zploštělá (MUSIL, MÖLLEROVÁ 2005b). Listy jsou lichozpeřené a jsou tvořené až z 28 lístků – rub lístků bývá světlejší, na bázi u listu mají většinou dva trny (SPOHN 2015). Kromě květu jsou jednotlivé části této dřeviny v odlišné míře jedovaté. Jedovaté části obsahují dva toxiny, a to robin a fasin. Představují proto velké riziko pro koně, ale mohou být rizikem i pro děti. Jedná se zejména o kůru a semena akátu, jelikož jejich chuť může být lehce nasládlá, ale naštěstí případy otravy lidí, potažmo dětí, částí této rostliny jsou velmi vzácné (KUNEŠ et al. 2019).

K častému vysazování v minulosti přispěla také jeho dobrá medonosnost, mimo to byl také používán při zpevnění násypů podél železničních tratí. Výsadba akátu podél železnic byla podpořena vlastnostmi této dřeviny, nenáročností na půdní podmínky i tím, že se jedná o rychle rostoucí dřevinu, která obráží po požáru (VEVERKOVÁ 2009).

3.1.2 Historie původu

Trnovník akát se na našem území původně nevyskytoval, jde tedy o nepůvodní, introdukovanou dřevinu, která pochází ze Severní Ameriky (KUNEŠ et al. 2019).

3.1.2.1. Primární areál

Akát v přirozeném areálu roste v oblasti Apalačského pohoří. Vyskytuje se v nadmořských výškách do 1400 m, avšak na území Great Smokey Mts může zasahovat až do 1620 m n. m. Často je příměsí ve smíšeném lese, kde se vyskytuje s druhy rodu *Quercus* a *Carya* (KOLBEK et al. 2004). KUNEŠ et al. (2020c) uvádějí, výskyt akátu v Apalačském pohoří s javorem červeným (*Acer rubum* L.), liliovníkem tulipánokvětým (*Liriodendron tulipifera* L.), dřínem květnatým (*Cornus Florida* L.) a břízou tuhou (*Betula lenta* L.).

Obecně se akát v přirozeném areálu nachází v oblastech vlhkého klimatu, kde jsou nerovnoměrně rozložené průměrné roční srážky dosahující 1000–1800 mm. Jedná se o prostředí, kde jsou vlhčí jara a podzimy, a naopak zimy a období vrcholícího léta bývají sušší (KUNEŠ et al. 2020c).

3.1.2.2. Sekundární areál

Do Evropy byl akát dovezen v 17. století jako jedna z prvních severoamerických dřevin. Mnoho autorů uvádí, že se tímto činem proslavil francouzský botanik Jean Robin, který v roce 1601 nebo 1603 přivezl akátová semena z již zmiňované Severní Ameriky do Evropy. Někteří autoři ale mají odlišné názory a tvrdí, že akát byl dovezen nezávisle na sobě Španěly, Portugalci i Francouzi, posléze i Angličany a Holanďany (KOLBEK et al. 2004). Avšak pojmenování akátu “Robinia“ pramení právě z příjmení otce a syna Robinových (KUNEŠ et al. 2020c). Jean Robin byl zahradníkem, který působil u dvora tří francouzských králů Jindřicha III., Jindřicha IV. a Ludvíka XIII., přičemž první z králů mu udělil titul odborníka pro pěstování stromů a léčivých rostlin. V jeho šlépějích pak pokračoval i jeho syn Vespasian Robin pod vládou Ludvíka XIV. (MÖLLEROVÁ 2014). Zajímavostí je, že v roce 1635 pravděpodobně Vespasian Robin akát vysadil v Paříži, který zde rostl ještě ve 20. století. (KOLBEK et al. 2004).

Ze začátku byl vnímán, a proto i vysazován především jako okrasná dřevina, zejména ve stromořadích, zámeckých parcích nebo botanických zahradách. Ale vzhledem k jeho vlastnostem, např. nenáročnosti, rychlému růstu a dobré kvalitě dřeva, byl

koncem 17. století použit i při zalesňování. První zmínka použití akátu při zalesňování pochází z Německa, možná i z Francie. V Německu se kolem roku 1700 akát velmi rozšířil a koncem 18. století zalesňování touto dřevinou vrcholilo (KOLBEK et al. 2004).

V dnešní době se akát vyskytuje skoro ve všech evropských zemích, přičemž jeho porostní plocha souhrnně činí 2,3 mil. ha (KUNEŠ et al. 2020c). Mezi evropské země s největším zastoupením akátu je řazeno Maďarsko, kde akátové porosty zaujímají 24 % z celkové plochy lesních porostů, a to i přesto, že ještě počátkem 80. let 20. století se celková plocha akátových porostů pohybovala okolo 18 %. Kromě své domoviny a téměř celé Evropy je akát rozšířen také částečně v Asii, Austrálii a Jižní Americe – v oblastech subtropického a mírného pásu (KUNEŠ et al. 2019).

3.1.2.3. Rozšíření v Čechách

První zprávy o akátu v České republice jsou zmiňovány od roku 1710 (VÍTKOVÁ 2017). V souvislosti s lesnictvím byl akát poprvé použit při zalesňování v 60. letech 18. století. K masivnímu zalesňování akátem docházelo ale až koncem 19. století a počátkem 20. století, navzdory tomu, že sazenice akátu často kvůli nedostatku srážek v některých letech uhynuly a přesto, že docházelo k jejich občasnému vymrzání. Důvodem k zalesňování touto rychle rostoucí dřevinou byl i špatný stav lesů v českých zemích (VÍTKOVÁ et al. 2004).

Ve 30. letech 20. století byl však akát téměř v celé Evropě velkoplošně kácen holosečným způsobem. Důvodem bylo prohlášení vídeňských ovocnářů, že je akát sekundárním hostitelem hmyzího škůdce puklice švestkové (*Parthenolecanium corni*) (VÍTKOVÁ 2017). V Čechách se ale nic takového nekonalo, přestože některé studie upozorňovaly na negativní vliv akátu na autochtonní společenstva. Akát byl v našich zemích oblíbenou dřevinou ještě v 60. letech (VÍTKOVÁ et al. 2004).

Jak uvádějí VÍTKOVÁ, SÁDLO (2018), v České republice zaujímají akátové porosty plochu 14 087 ha, což je nepatrný podíl s ohledem na celkovou plochu lesa (2,7 mil. ha). Přesto může být na některých lokalitách nebezpečným invazivním druhem.

3.1.3 Ekologické a stanovištní podmínky

Mezi místem výskytu v primárním a sekundárním areálu jsou do značné míry rozdíly. V přirozeném areálu se jedná o typickou pionýrskou dřevinu, vyskytující se na disturbovaných a otevřených stanovištích (MLÍKOVSKÝ, STÝBLO 2006), která preferuje vlhká stanoviště. V sekundárním areálu se naopak vyskytuje v biotopech s odlišným klimatem. Dalo by se říct, že se akát v sekundárním areálu chová jinak než ve svém přirozeném areálu. Je schopen setrvávat podstatně delší dobu na tzv. kolonizovaných stanovištích a do jisté míry tzv. kontrolovat obsazené stanoviště, a to i po několik let bez ohledu na okolní prostředí. Dokáže toto stanoviště natolik ovlivnit, že změní jeho přirozené podmínky – nárok na světlo nebo obsah některých živin, v souvislosti s jejich dostupností (KUNEŠ et al. 2019).

Díky rychlému růstu, nenáročnosti a benefitu v podobě schopnosti vázat vzdušný dusík se v porostu dokáže celkem rychle stát dominantní dřevinou. Také prostřednictvím agresivních kořenových výmladků je schopný snadno kolonizovat otevřená stanoviště jako jsou opuštěná pole, plochy po požárech, pastviny, či paseky (VÍTKOVÁ 2014).

3.1.3.1. Klimatické a geografické podmínky

Nejčastěji se u nás akátové porosty vyskytují v nadmořských výškách 210 až 350 m, ale solitérní jedince samozřejmě najdeme i ve vyšších polohách. Podle VÍTKOVÉ et al. (2003) však není známo, že by se akátiny v Čechách vyskytovaly v nadmořské výšce nad 480 m. Roste převážně na jižních svazích se sklonem 30–40°. Není náchylný k poškození zimními silnými mrazy. Vzhledem k tomu, že rašení listů probíhá později, odolává i jarním mrazíkům. Problémem je pravidelné poškozování podzimními mrazíky, kdy dochází ke zničení částí nevyzrálých prýtů. I přesto tomu zvládá odolávat, ale výsledkem je neforemný růst a podivně tvarované koruny.

Ve střední Evropě se nachází v oblastech s úhrnem ročních srážek cca 400–800 mm a preferuje spíše teplejší oblasti, kde teploty kolísají mezi 6 až 11 °C (KUNEŠ et al. 2020c).

3.1.3.2. Světelné podmínky

Akát je velmi světломilná dřevina, tudíž dlouhodobý zástin ji dost omezuje (KUNEŠ et al. 2020c), ale na druhou stranu je schopná přizpůsobit množství olistění podle intenzity osvětlení (KUNEŠ et al. 2019). V zapojeném porostu přežívá pouze jednotlivě nebo ve skupinkách na světlých místech, které byly narušeny např. požárem, těžbou nebo větrnou kalamitou. Díky své světломilnosti je konkurenčně podstatně slabší dřevinou než klimaxové dřeviny (VÍTKOVÁ, SÁDLO 2018).

3.1.3.3. Půda

V Čechách akát preferuje písčité a hlinité substráty, ale v zásadě je celá řada prostředí, ve kterých je bez problémů schopen růst (suché, vlhké půdy nebo bohaté i chudé půdy) (MLÍKOVSKÝ, STÝBLO 2006).

Je schopný tolerovat a růst i na půdách s širokým rozpětím hodnot pH půdní reakce (MLÍKOVSKÝ, STÝBLO 2006), které se pohybuje od 4,6 do 8,2, přičemž nejnižší hodnota, kde je akát ještě schopen růst je 4,0. Obecně disponuje rozsáhlou škálou stanovišť, na kterých je schopen růst, ale v zásadě preferuje vápencové, vlhké a úživné půdy (KOLBEK et al. 2004).

Co se týká geologického podloží, na kterém je akát schopen růst, tak je velmi variabilní a různorodé. V minulosti byl často sázen na extrémních stanovištích, suchých, skeletovitých nebo strmých svazích v údolích řek. Používán byl také pro zpevnění písčitých půd a vátých písků např. v Polabí (VÍTKOVÁ et al. 2004).

3.1.3.4. Minerální látky a živiny

Akát je schopný vázat vzdušný dusík a obohacovat tím okolní prostředí, jedná se tedy o eutrofizaci. Díky tomu dokáže akát růst na neúrodných půdách, kde je nedostatek živin, na rozdíl od ostatních dřevin, které by na takovýchto stanovištích ztěžka přeživaly. Zásluhou velkého množství dusíku rostou pod akátovými porosty nitrofilní rostliny, např. kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), kakost smrdutý (*Geranium robertianum*) nebo vlašovičnick větší (*Chelidonium majus*) (VEVERKOVÁ 2009). KOLBEK et al. (2004) dodávají, že v prosvětlených porostech je hojně zastoupená lipnice hajní (*Poa nemoralis*), strdivka sedmihradská (*Melica transsilvanica*) a geofyty. Jde také o dřevinu, která je schopná alelopatie. Je to proces, kdy strom

vyklučuje do půdy látky, které negativně ovlivňují ostatní rostliny a mohou být pro ně i toxické (VEVERKOVÁ 2009).

Také je potřeba dodat, že akát je poněkud náročnější, co se týče obsahu vápníku, draslíku a fosforu v půdě. Naopak jeho dřevo obsahuje minerální látky, ale také značné množství vápníku, což je jedním z důvodů, proč jsou půdy pod akátinami tolik vyčerpané. Díky svým vlastnostem vytváří místa s vysokou nitrifikací, která vyhledává hlemýžď zahradní (*Helix pomatia*) (KOLBEK et al. 2004).

3.1.3.5. Limitující prvky

Akát v Evropě omezuje chladné klima, výskyt mrazíků, zástin zapojeného porostu, a to v delším časovém horizontu. Vyloženě nesnáší neprovzdušněná a výrazně zamokřená stanoviště, ale na druhou stranu se samovolně bez problémů uchytil na neudržovaných, zanedbaných stanovištích (KUNEŠ et al. 2019).

3.1.4 Akát a jeho pozitiva

Akát je dřevina mnoha tváří. Disponuje výrazně pozitivními i negativními vlastnostmi, záleží na úhlu pohledu. Výhodou je jeho rychlý růst a bez větších problémů je schopen se prosadit vůči buřeni. Připisuje si schopnost vázat vzdušný dusík, dobře odolává škůdcům a jiným patogenům a není pro něj problém ani růst na chudých stanovištích (KUNEŠ et al. 2019).

KUNEŠ et al. (2020a) dodávají, že je schopný růst na různě extrémních stanovištích na strmých svazích, na kamenitých, suchých či jinak degradovaných půdách. Dobře odolává suchu, dokáže růst v prostředí znečištěného ovzduší a výjimkou nejsou ani vysoké teploty, kde je schopen bez problémů růst. Velkou výhodou je jeho rozsáhlý kořenový systém, který je tvořen ze dvou typů kořenů. Prvním typem kořenů jsou tzv. kosterní, které zasahují do hlubší vrstvy půdy. Druhým typem jsou jemné kořeny, které tvoří rozsáhlou síť a nacházejí se na povrchu půdy (KUNEŠ et al. 2019).

Vzhledem k tomu, že je schopný růst i na extrémních stanovištích, je akát využíván v městském prostředí nebo při různých rekultivacích. Velký význam má i pro včelaře pro svou vysokou medonosnost (KUNEŠ et al. 2020b).

Akát, pokud je pěstován na vhodných stanovištích, může dosahovat i hodnotné produkční schopnosti, proto je ekonomicky atraktivní dřevinou. Křivost kmene akátu dává možnosti využití této dřeviny pro dřevovýrobu, příkladem může být výroba

dětských herních prvků. Přínosem v tomto odvětví je také jeho trvanlivost, houževnatost nebo pevnost, nehledě na estetickou stránku (ŠIMICE 2005).

V našich podmínkách patří akát k jedné z dřevin s nejtěžším a nejtvrdějším dřevem. Akátové dřevo je schopné také nejlépe odolávat biotickým škůdcům a povětrnostním činitelům, proto se často používá v exteriéru (ZIEDLER 2012). Jak zmiňuje VÍTKOVÁ (2017), v poslední době je často používáno pro výrobu zahradního nábytku nebo jako vybavení dětských hřišť. Je využíváno také pro výrobu vlákniny a dřevoviny (KUNEŠ et al. 2020a). Historicky sloužilo akátové dřevo pro výrobu sudů na víno, vodních staveb, plotových sloupků, lodí nebo střešních šindelů (VÍTKOVÁ 2017).

3.2 Management akátových porostů

Management akátových porostů rozhodně neznamená pouze jejich likvidaci, přestože má akát negativní vliv z pohledu přirozeného výskytu fytoocenóz. Stal se již součástí naší krajiny a bylo by nejspíše nemožné jej na některých místech zlikvidovat a poté rekonstruovat původní společenstvo. Právě návratu k původním společenstvům brání hlavně změněné složení půdy pod akátovými porosty a snadná dostupnost dusíku na stanovištích s výskytem akátu (VÍTKOVÁ 2014). Je paradoxní, že ale může být i jako refugia některých vzácnějších rostlin i živočichů, kteří zde přežívají a vytváří větší populace. Z celkového pohledu na tuto problematiku je problémem nejednotná a nekoordinovaná metodika (VÍTKOVÁ 2011). Zatím nebyl nalezen žádný způsob uskutečnitelný pouze jednorázově bez dalších potřebných kontrol a zásahů v několika následujících letech (KUNEŠ et al. 2020a). Je zapotřebí dodat, že také málokdy dochází k monitorování asanovaných ploch, natož k dlouhodobému pravidelnému monitoringu a jeho vyhodnocování tak, aby mohlo dojít k vyhodnocení efektivnosti použitých asanačních zásahů. Proto často bývá výsledkem proběhlého zásahu pouze obnova dosavadního porostu (VÍTKOVÁ 2011).

Jak uvádí VÍTKOVÁ (2014), v oblastech zemědělsky využívaných ale mohou části akátového porostu sloužit jako biokoridory nebo biocentra a pomáhat tím k větší krajinné biodiverzitě. Takovými oblastmi jsou Polabí, jižní Morava, Mělnicko a Žatecko, kde vzhledem k intenzivnímu obhospodařování pozemků nehrozí, že by se akát šířil nekontrolovaně na větší plochu. Díky své světlomilnosti není schopen růst v již zapojeném přirozeném porostu. Semena, která jsou zanesena na stinné místo, mohou sice vyklíčit, ale posléze v podobě semenáčků uhynou. Pokud jde ale o

prosvětlené svahy, které nejsou zapojené, na písčitých půdách a stepních lokalitách, jako jsou reliktní bory nebo zakrslé doubravy, akát se dokáže rychle obnovovat kořenovými i kmenovými výmladky a tím měnit i druhovou skladbu a bylinné patro (VÍTKOVÁ 2011).

Na začátku zmiňuji, že nejde pouze o likvidaci akátových porostů, jde především o navržení vhodného postupu na konkrétním stanovišti dle aktuální situace (VÍTKOVÁ 2014). Hlavním cílem je omezení nepůvodního invazivního druhu, a to zejména ze dvou důvodů. Prvním je zabránit dalšímu šíření invazivního druhu, a to i do okolí – jinak by druhý z důvodů neměl smysl. Za druhé zabránit, aby invazivní druhy poškozovaly hodnotná společenstva, jak z hlediska biologického, tak i ekonomického (KŘIVÁNEK et al. 2004).

3.2.1 Způsoby převodu akátového porostu

Navrhované způsoby převodu akátového porostu lze zařadit do tří kategorií: a) ponechání akátového porostu nebo jednotlivých jedinců sukcesnímu vývoji, b) samotný akátový porost ponechat bez zásahu, ale zamezit a utlumit jeho invazivní šíření mezi okolní společenstva, c) odstranit akátový porost a podpořit tak navrácení k přirozené druhové skladbě. První z možností, ponechání akátového porostu sukcesnímu vývoji, nelze aplikovat v oblastech, kde se v okolí nevyskytují konkurenčně silnější domácí druhy nebo kde může ohrozit okolní přirozená společenstva, stavby nebo lidi. Díky své schopnosti intenzivně tvořit kořenové a pařezové výmladky a schopnosti měnit původní složení půdy, nedovolí ostatním druhům, aby na stanovišti přežily. Dle pozorování v primárním areálu je akát (ve 20 až 30 letech) nahrazen cílovými stínomilnými dřevinami a zastoupení akátu tak klesá pod 4 %, avšak v sekundárním areálu to zdaleka tak nefunguje. Vzhledem k pozorování, které proběhlo v údolí Berounky, Vltavy a Sázavy, může být akát z rozpadajícího se porostu (což znamená cca 70letý porost) vytlačen jen, pokud se v okolí vyskytují přirozené konkurenční dřeviny, např. javor (*Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*) nebo jasan (*Fraxinus excelsior*) (VÍTKOVÁ 2014).

Druhá z možností je nejvhodnější, jak už zmiňuji, právě na intenzivně zemědělsky obhospodařovaných půdách. Pokud jsou v okolí pravidelně oraná pole, nehrozí pak šíření akátu, jestliže ale sousedí s loukami či pastvinami, je potřeba pravidelně odstraňovat výmladky. K poslední metodě, a to odstranit akátový porost, se přistupuje

z několika důvodů. Používá se především, pokud jde o cenné stanoviště z pohledu ochrany přírody nebo jde-li o stanoviště v blízkosti zvláště chráněného území – nejde jen o odstranění akátu na dané ploše, ale i o ochranu okolí. Samozřejmě výjimkou jsou porosty, kde je akát refugiem pro chráněné či jinak žádoucí rostlinné či živočišné druhy. Takové porosty rozhodně neodstraňujeme. Akátové porosty také neodstraňujeme, pokud dopředu víme, že nebude dostatek finančních prostředků (a to na tři následující sezóny) na opakovanou asanaci, jelikož potom by se akát naopak mohl rychle spontánně obnovit, pokud by byl zásah proveden jen jednou (VÍTKOVÁ 2011).

Poslední z možností odstranění shrnují dva důležité důvody. Prvním důvodem je zabránění narušení nebo zničení cenných porostů z pohledu ochrany přírody. Jak je zmíněné výše, jedná se např. o stepní lokality, zakrslé doubravy nebo reliktní bory. Z druhého, praktického hlediska jde o bezpečnost dopravní infrastruktury, sídel obyvatel a podobně – jde-li o zanedbané akátiny v kalamitním stavu, které se rozpadají (VÍTKOVÁ 2014).

3.2.2 Metody likvidace akátu

Na začátku je důležité zmínit, že pokud hovoříme o likvidaci akátu v lesním prostředí, je třeba se řídit zákonem o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon) č. 289/1995 Sb. Pokud se jedná o nelesní prostředí, je nutné dodržovat požadavky dle zákona o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb. Tento zákon se vztahuje i na porosty, které spadají mezi zvláště chráněná území.

Jak zmiňují KUNEŠ et al. (2020b), nejlepším a nejúčinnějším řešením, před různými metodami odstranění akátu, je samotná prevence a jistá míra odpovědnosti a opatrnosti. Metody odstranění akátového porostu se v zásadě dělí na tři hlavní – mechanické, chemické a kombinované. VÍTKOVÁ (2011) rozlišuje ještě dvě další metody, a to biologické a fyzikální.

Mechanická metoda je jedna z nejčastěji používaných metod. Nedoporučuje se ale používat samostatně, jelikož podporuje výmladkovou schopnost akátu (VÍTKOVÁ 2011). Dle výzkumu (TRYLČ 2007) bylo zjištěno, že není možné pouze touto metodou bez použití herbicidů akát odstranit, a to ani po 30 letech od zásahu s pravidelnou asanací (pastva, sekání – 1 až 2 × do roka). Nejčastěji využívanými

mechanickými metodami jsou vytrhávání, kácení na nízký či vysoký pařez, kroužkování nebo igelitování (VÍTKOVÁ 2014).

Čistě chemická metoda je používána k likvidaci akátu v případech, pokud je možné či vhodné ponechat v porostu i uschlé stromy. Využívána je víceméně spíše na nedostupných stanovištích, za účelem ochránit povrch půdy před prudkým osluněním či erozí. Musíme brát v potaz, že akátové dřevo je velmi odolné a oproti jiným dřevinám se rozkládá pomaleji (VÍTKOVÁ 2011). Jedna z možností je použití injektážní technologie, např. EZ-Ject. Jedná se o aplikaci herbicidu pomocí speciální patrony do kmene stromu (TRYLČ 2007). VÍTKOVÁ (2011) dodává, že je nejvhodnější herbicid aplikovat ho ke konci vegetačního období a otvor pro patronu musí být dostatečně veliký, aby se herbicid dostal přímo až do dřeva.

Kombinace mechanické a chemické metody je jedna z nejefektivnějších, jak uvádí celá řada autorů. Doporučuje se používat postřik herbicidů na listy, ale pouze na stromy akátu, které dosahují maximální výšky 4 m, u ostatních vyšších stromů je riziko zasažení i jiných druhů dřevin z okolí. Herbicid se aplikuje po kroužkování nebo po pokácení stromu na vysoký či nízký pařez. Vzniklé rány by měly být ošetřeny bezprostředně po zásahu, aby nedocházelo k zasychání rány a aby účinná látka působila co nejvíce (VÍTKOVÁ 2014).

Mezi fyzikální metody se řadí vypalování akátových porostů, což je ale kontraproduktivní, protože právě vypalování umocňuje rozmnožování akátu jak vegetativně, tak i generativně (KUNEŠ, BALÁŠ 2020). Pro omezení druhu biologickou metodou je využito jak biologických škůdců, tak např. i pastevectví. V České republice však zatím použití herbivorního hmyzu, patogenních organismů nebo hub nebylo realizováno (KŘIVÁNEK et al. 2004). Z pastevectví se nejvíce uplatňuje pastva koz a ovcí, jež je poměrně často využívána k omezení výmladnosti akátu (VÍTKOVÁ 2011). Pastva je nejvhodnější po mechanickém zásahu jako dlouhodobý udržovací proces k omezení šíření akátu a měla by následovat co nejdříve po mechanickém zásahu. Jde také o efektivní nahrazení kosení, které není schopné ve stejném měřítku akát potlačit. Nejlepším pasteveckým zvířetem pro tento účel je koza, která spásá jak listy a kůru, tak i větve (VEVERKOVÁ 2009).

3.2.2.1. Kroužkování akátu

Kroužkování je jeden ze způsobů likvidace akátu patřící mezi mechanické metody. Bylo použito i na demonstrační a výzkumné lokalitě Cholupický vrch. Jedná se o speciální metodu, při níž dochází k mechanickému přerušení mezi lýkem a kůrou (KUNEŠ, BALÁŠ 2020). Kroužkování se provádí sekerou nebo pilou ve vzdálenosti cca 1 m od země. Samotný proužek po obvodu kmene je nutné udělat natolik hluboký, aby pronikl nejlépe až k jádrovému dřevu (KUNEŠ et al. 2020b).

Na začátku nedochází ke kroužkování stromu po celém obvodu kmene, ale ponechá se menší část, tzv. můstek, kde nedojde k porušení kmene stromu – vrstva kambia a kůry není poškozena. Tato část představuje asi 10 % obvodu stromu. Strom začíná být oslabený a postupně se vyčerpává (KUNEŠ, BALÁŠ 2020). Jak uvádí VÍTKOVÁ (2018), může dojít i k přerušení transportu vody a asimilátů. Přesto KUNEŠ a BALÁŠ (2020) podotýkají, že se kořeny snaží zásobovat korunu co nejvíce, jak jsou schopné, a naopak z koruny jsou transportovány některé fytohormony, které regulují růst. Tento transport z koruny zpět ke kořenům zapříčiňuje, že může dojít k omezení schopnosti kořenové výmladnosti akátu (KUNEŠ et al. 2020b).

Při této metodě tedy strom postupně usychá a může docházet k občasným pádům větví, proto se kroužkování nedoporučuje v místech s velkou návštěvností turistů (KUNEŠ et al. 2020b).



Obrázek 1: Kroužkování trnovníku akátu na výzkumné lokalitě Cholupický vrch. Foto: Martin Baláš

3.2.2.2. Kácení na vysoký pařez

Kácení na vysoký pařez znamená pokácení stromu v cca 1 m od země. Strom, který je takto skácen, okamžitě začíná obrážet (tzv. pařezová výmladnost). Proto je důležité při tomto postupu dodržet následnou péči – v podobě likvidace těchto výmladků. Právě díky tomu, že je podpořena pařezová výmladnost, i když následně jsou výmladky likvidovány, omezuje se tím kořenová výmladnost, která by se jinak vyskytovala v okolí původního stromu (KUNEŠ et al. 2020b).



Obrázek 2: Ukázka skácení akátu na tzv. vysoký pařez a použití herbicidu Roundup na řeznou plochu dřeviny. Foto: Martin Baláš

3.3 Přeměna, převod a přestavba porostu

Pokud hovoříme o termínu přeměna, jedná se o zásadní změnu týkající se druhového složení lesa. Převod naopak znamená změnu hospodářského tvaru lesa, můžeme tuto změnu chápat i s ohledem na to, zda byl změněn hospodářský způsob v daném lese (VACEK et al. 2012).

Tyto procesy leckdy probíhají současně, a proto je univerzálnějším a jednotným termínem tzv. přestavba porostu. Jedná se o dlouhodobý proces, kterým chceme docílit co nejlepšího a nejhospodárnějšího využití produkčních i mimoprodukčních předpokladů lesa. Snahou u přestavby porostu je usměrnit a postupně měnit strukturu a výstavbu lesa. Pokud bychom hovořili o úplné přestavbě, je tím myšlena evidentní, zásadní změna dřevinné skladby a textury porostu. Přestavbu porostu lze provést několika různými způsoby, jak uvádí podrobněji ve své knize VACEK et al. (2012).

3.4 Lípa srdčitá (*Tilia cordata*)

Lípa srdčitá je listnatá dřevina s rozsáhlým areálem výskytu v Evropě (západní, jihovýchodní i střední), ostrůvkovitě se vyskytuje i v Asii (MUSIL, MÖLLEROVÁ 2005a). Dosahuje výšky 25 až 30 m a dožívá se věku až 1000 let (DE JAEGERE et al. 2016). Koruna bývá košatá a hustá (MUSIL, MÖLLEROVÁ 2005a). Plodem jsou kulovité oříšky a listy jsou okrouhle srdčité (POKORNÝ et al. 2003). U nás je lípa srdčitá původním druhem a hospodářsky významnější oproti ostatním druhům rodu *Tilia* (NOVOTNÝ et al. 2008).

Vzhledem k ekologickým nárokům se jedná o dřevinu, která je schopná tolerovat zástín, proto často roste ve smíšených porostech ve spodní etáži (MUSIL, MÖLLEROVÁ 2005a). Někteří autoři ji považují za velmi tolerantní k zástínu, někteří ji naopak považují za dřevinu pouze mírně tolerující zástín – méně než habr obecný (*Carpinus betulus*) a buk lesní (*Fagus sylvatica*), zároveň snášenlivější k zástínu než dub zimní (*Quercus petraera*) a bříza bělokorá (*Betula pendula*). Obecně jsou ale sazenice i semenáčky schopné přežít pod hustě zapojeným porostem, ale ve 3. a 4. roce svého života potřebují více světla pro svůj úspěšný růst (RADOGLU et al. 2008). Soliterní jedinec lípy srdčité je schopen půdu velmi zastínit, a tudíž pod ním není zastoupeno téměř žádné bylinné patro (MUSIL, MÖLLEROVÁ 2005a). Hlavním limitujícím faktorem je však pro lípu potřeba dostatečně vysokých letních teplot pro zajištění úspěšné produkce semen. Svým vysokým vzrůstem je lípa relativně podobná *Acer pseudoplatanus* L., ale v raných stádiích s mírným zpožděním (DE JAEGERE et al. 2016).

Roste převážně na svazích, půdách často skeletovitých, humózních, středně hlubokých i mělkých. V našich podmínkách netrpí mrazy a dobře se přizpůsobuje odlišným klimatickým podmínkám (MUSIL, MÖLLEROVÁ 2005a). RADOGLU et al. (2008) dodávají, že se jedná o dřevinu, která přirozeně roste na velké škále typů půd, preferuje lokality s vyšším obsahem vápníku a je schopna růst na půdách s neutrální nebo zásaditou půdní reakcí pH. Špatně ale snáší imise a zasolené půdy, není tedy vhodnou dřevinou pro výsadbu v intravilánu obcí nebo v okolí silnic (NOVOTNÝ et al. 2008).

Lípa srdčitá má pozoruhodnou schopnost vegetativního rozmnožování, což jí dává možnost převažovat nad jinými druhy, jde o její životní strategii. Schopnost vytváření

kořenových výmladků prodlužuje životnost této dřeviny, a to i skrze staré poškozené pařezy. Je také schopná přirozené obnovy pod zapojeným porostem na bohatých stanovištích během clonné seče (RADOGLU et al. 2008).

Obecně je lípa málo prozkoumanou dřevinou, existuje jen pár vědecky podložených studií zabývajících se druhem *Tilia*. Většinou je lípa posuzována dle údajů pro jiné listnaté dřeviny. Příkladem mohou být objemové tabulky, které pro lípu srdčitou neexistují nebo jsou zcela vzácné. Většinou se proto při jejich použití u lípy vychází z tabulek dřevin lípě podobných, nejčastěji z tabulek sestavených pro buk lesní. I když jsou speciální tabulky pro lípy spíše vzácností, v Německu jsou k dispozici výnosové tabulky pro *Tilia cordata*, které ukazují, že růstové modely pro *Tilia* jsou zcela odlišné od modelů pro bukové porosty (RADOGLU et al. 2008).

V současné době tvoří lípa srdčitá cca 1,2 % porostní plochy, přirozeně se vyskytuje v zastoupení 0,8 %, ale doporučené procentuální zastoupení je více než 2,5krát větší (3 %) (MZe 2020). V Evropě byla dříve lípa srdčitá dominantním druhem oproti současnému stavu zastoupení v našich lesích. V dnešní době právě díky vzácnému výskytu v západoevropských lesích není takový zájem o její management a ekologická specifika. Také proto o ní v literatuře najdeme jen málo studií. Do budoucna může lípa hrát významnou roli vzhledem ke změně klimatu, a to díky své široké ekologické toleranci. Proto by bylo zapotřebí rozšířit naše znalosti o její regeneraci a jejích reakcích na environmentální a lesnické faktory a stanovit jasná doporučení pro její management (DE JAEGERE et al. 2016).

3.5 Druhy sadebního materiálu

Sadební materiál lze rozdělovat podle různých hledisek. První a základní dělení je na sadební materiál vegetativního původu (jedinec je klonem svého rodiče, např. řízky, rouby, očka), nebo na materiál generativního původu, kdy je jedinec vypěstován ze semena stromu a nemá tudíž shodnou genetickou informaci, jako je tomu u klonu. Sadební materiál je ve školkách pěstován jako krytokořenný (obalovaný) nebo prostokořenný, který je při zalesňování do výsadbové jamky vkládán na rozdíl od obalovaného bez krytu kořenů substrátem či zeminou (MAUER 2009).

Detailněji rozčleňuje sadební materiál například technická norma ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin*, která specifikuje kvalitativní i kvantitativní požadavky na jednotlivé druhy sadebního materiálu (BALÁŠ et al. 2018). Pro vznik

kvalitního budoucího porostu je nutné zohlednit jak druh sadebního materiálu, tak i vlastnosti lokality, kterou plánujeme zalesnit, a vybrat sadební materiál, který bude v daných podmínkách dostatečně odolný a bude dobře odrůstat (MAUER 2009).

Pokud budeme pro stanovení druhu sadebního materiálu používat výše uvedenou normu ČSN 48 2115, tak mezi základní parametry, kterými se jednotlivé druhy sadebního materiálu liší, patří tloušťka jedince v krčku, výška nadzemní části či jeho věk a způsob pěstování v lesní školce (typ a frekvence pěstebních zásahů na něm provedených) (ČSN 48 2115).

3.5.1 Standardní sazenice

Standardní sazenice je v současné době nejčastěji používaný druh sadebního materiálu při zalesňování. Sazenice je vypěstována buď ze semenáčku, nebo pomocí vegetativního rozmnožování. Je to rostlina, která má upravený kořenový systém, a to jedním z následujících pěstebních opatření, např. přepichováním, podřezáváním kořenů, školkováním nebo zakořeňováním náletových semenáček. Aby byl sadební materiál sazenic, musí splňovat i výška jeho nadzemní části rozmezí 15–70 cm (ČSN 48 2115). Výška sazenice je jejím limitujícím faktorem ovlivňující schopnost odrůstání v buřeni. V porostech silně zabuřeněných je přírůst sazenic zpomalen konkurencí vyšších jedinců okolní buřeně (na výzkumné lokalitě je toho dokladem ostružiník). Naopak menší velikost nadzemní části, a tím pádem lepší poměr kořenového systému k nadzemní části dává sazenicím výhodu na lokalitách trpících nevyrovnaným srážkovým režimem (KUNEŠ et. al 2020a).



Obrázek 3: Ukázka sazenice standardní velikosti lípy srdčité na volné ploše.
Foto: Růžena Vrkočová

3.5.2 Poloodrostky

Poloodrostky jsou na našem území využívány sice méně než standardní sazenice, ale historie jejich používání při zalesňování se datuje již od 16. století. Od 18. století bylo používání tzv. velkého sadebního materiálu lesních dřevin, mezi který patří i poloodrostky, relativně běžné. V dnešní době je sadební materiál pěstován s přesnými postupy v lesních školkách, v minulosti byli vyzvedáváni jedinci z přirozené obnovy a následně byli rozsazováni do porostů při umělém zalesňování. V dnešní době se jedinci poloodrostků používají s dobrým výsledkem na specifických stanovištích, kde je silný tlak buřeně, nebo při tzv. vylepšování. V tomto případě je využíváno větších rozměrů poloodrostků, které dokáží zaplnit místa po odumřelých jedincích ze zalesněné plochy v předchozích letech (BURDA, NÁROVCOVÁ 2009).

Aby mohl být jedinec sadebního materiálu považován za poloodrostek, musí splňovat charakteristiky uvedené např. v ČSN 48 2115. U této kategorie tohoto druhu sadebního materiálu je nutné, aby byl jedinec ve školce dvojnásobně školčován, přesazován, nebo u něj musí proběhnout dvojnásobné podřezávání kořenového aparátu, případně musí dojít k libovolné kombinaci výše zmíněných postupů (ČSN 48 2115).

Podrobnější parametry pěstování tohoto druhu sadebního materiálu popisují ve své metodice BURDA et al. (2015). Metodika předkládá celý pěstební postup včetně popisu nutné školkařské mechanizace, mezi kterou patří školčovací stroj a boční vyzvedávací zařízení s aktivním roštem. Kromě nezbytné mechanizace je také velmi důležité správné složení a zrnitost půdy ve školce. Během pěstebního procesu je zásadním předpokladem pro dopěstování kvalitního poloodrostku kvalitní vitální původní sazenice, ze které je poloodrostek dopěstován. Dalším důležitým parametrem pěstování je vhodně provedené podřezání kořenového systému nejdříve u jedince ve stádiu semenáčku, následně znovu ve stádiu sazenice a následně ruční úprava kořenového systému před zaškolkováním. Při kterém dochází k redukci hlavních kosterních kořenů, což má za následek vytvoření bohatého systému jemných kořínků. Poloodrostku je též vhodně redukována řezem korunka a jsou odstraňovány navzájem si konkurující výhony.

Na rozdíl od sazenic mají poloodrostky větší nadzemní část, dosahují velikosti mezi 51 až 120 cm. Zároveň je ale jejich kořenový systém v poměru k výšce nadzemní části menší, než je tomu u sazenic standardní velikosti. Proto je u tohoto druhu sadebního

materiálu nutná ještě šetrnější manipulace při výsadbě. Na lokalitě s přímým slunečním zářením a nerovnoměrným přísunem dešťových srážek více trpí nadměrným výparem a je tím pádem více ohrožen přísušky (BURDA et al. 2015).

Největší praktickou výhodou při zalesňování jsou tedy větší dimenze tohoto druhu sadebního materiálu a tím pádem i větší a rychlejší přírůst při správném postupu zalesnění a následné péči. Zalesňovaná plocha tak může být rychleji ozeleněna a v případě ploch, kde je rychlost růstu zásadní, je tento fakt klíčový (BALÁŠ et al. 2018).



Obrázek 4: Ukázka poloodrostku lípy srdčité vysazené v jedné z oplocenek v rámci výzkumné lokality. Foto: Martin Baláš

3.6 Zájmové území Cholupický vrch

Zájmové území, na kterém se uskutečnila výsadba lípy srdčité v předchozích letech (2018 a 2019), se nachází v Praze-Modřanech, v blízkosti přírodní památky Modřanská rokle. Cholupický vrch je součástí přírodního parku Modřanská rokle-Cholupice, který byl vyhlášen roku 1991 o rozloze 1 531 ha. Přírodní park se rozprostírá na území obcí Modřany, Komořany, Písnice, Cholupice a Točná (KUBÍKOVÁ et al. 2005). Nejvyšším vrcholem je Cholupický vrch (306 m n. m.).

Na celém území přírodního parku převažuje typ půdy mezotrofní kambizemě, ale na svazích prudšího rázu je půda zařazena mezi rankery (KUBÍKOVÁ et al. 2005).

Porost, ve kterém se výzkum provádí, je v mýtním věku. Jedná se o plochu s velmi pestrým druhovým složením, ale převažují zde nepůvodní dřeviny, a to trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), borovice černá (*Pinus nigra*) a dub červený (*Quercus rubra*)

(KUNEŠ et al. 2020a). Historicky toto zastoupení dřevin pochází pravděpodobně z roku 1922, kdy vznikla tzv. zalesňovací komise pro pražské okolí. Ta od svého vzniku do začátku 2. světové války zalesnila zhruba 200 ha půdy např. ve Velké Chuchli, v Písnici, ale i ve výše zmíněných Cholupicích, zejména nepůvodními dřevinami. Výsadba borovice černé úzce souvisela s dovozem semen ze zahraničí v krátkém období (FRANTÍK 2020).

Z domácích dřevin se zde vyskytují dub zimní (*Quercus robur*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), modřín opadavý (*Larix decidua*) a třešeň ptačí (*Prunus avium*). Plocha byla taktéž celá postižena silným rozvojem buřeně, především ostružiníku (*Rubus*), který byl pro tento výzkum na této lokalitě na některých místech odstraněn. Převažující dřevinou je zde nepůvodní akát a je snaha o přestavbu tohoto porostu na porost s domácími druhy. Pokud by byli staří jedinci akátu likvidováni bez následných opatření, hrozilo by, že by se rychle začal šířit kořenovou a pařezovou výmladností (KUNEŠ et al. 2020a).

4. Metodika

V rámci diplomové práce proběhlo na jaře a na podzim roku 2020 terénní šetření na výzkumné lokalitě Cholupický vrch, při kterém byla sbírána data o jednotlivých jedincích nově vysazených lip srdčitých. Sběr dat probíhal ve dvou ze tří oplocenek tohoto výzkumu (v hlavní a v jedné z menších oplocenek).

V rámci metodiky nedošlo k odchýlkám postupu při sběru dat z jednotlivých odlišných typů plošek, umístěných pod porostem a na volné ploše. Data byla sbírána shodným způsobem jak na jaře, tak i na podzim v roce 2020, a proto je bylo možné vzájemně porovnávat.

V první polovině vegetačního období byl zkoumán obsah a fluorescence chlorofylu v listech pomocí spektrální analýzy přístroji Opti-Science CCM-300 (obsah chlorofylu) a Opti-Sciences OS30p+ (fluorescence chlorofylu).

Po skončení vegetačního období (na přelomu října a listopadu roku 2020) byly měřeny tloušťkové a výškové přírůsty u jednotlivých vybraných jedinců sazenic a poloodrostků.

4.1 Lokalita Cholupický vrch

Výzkumná lokalita se nachází v ulici Do Lipin v Praze-Modřanech, nedaleko přírodní památky Modřanská rokle, konkrétně jde o severozápadní svah Cholupického vrchu. Skládá se ze tří oplocenek, kde dvě jsou menších rozměrů a třetí, hlavní, je největší. V součtu jde o plochu cca jeden hektar. Lesním typem na tomto území je 2S7 (svěží buková doubrava skeletnatější), místy také 2C1 (vysýchavá buková doubrava modální). Nadmořská výška stanoviště je cca 290 m n. m. Porosty zde spravují Lesy hl. m. Prahy.

Tato diplomová práce je součástí širšího výzkumu možností přeměny nepůvodního akátového porostu s příměsí dalších potenciálně invazivních nepůvodních dřevin (borovice černá, dub červený) na porost s dominantním zastoupením lípy srdčité. Zároveň se zde místy objevuje přirozená obnova dubu, která je přínosem a bude začleněna do nové generace porostu. Lípa srdčitá byla pro výzkum použita z několika důvodů. Jedná se o naši domácí dřevinu s relativně širokou ekologickou valencí. Zároveň se v místě výzkumu velmi pravděpodobně původně vyskytovala, což je patrné například již z místního názvu – ulice Do Lipin.



Obrázek 5: Pohled do výzkumné lokality s trnovníkem akátem a borovicí černou. Foto: Pavel Luxa

4.2 Metoda založení výzkumu

4.2.1 Sadební materiál

Osivo sadebního materiálu lípy srdčité pochází z přírodní lesní oblasti č. 10 – Středočeská pahorkatina ze 4. lesního vegetačního stupně. Semena pochází ze semenného sadu a splňují parametry pro zařazení do kategorie kvalifikovaného reprodukčního materiálu. Sadební materiál byl zajištěn Ing. Pavlem Burdou, Ph.D., z Milevska. Evidenční číslo sadebního materiálu je CZ-3-3-LP-00138-10-4-C. Toto osivo bylo použito pro vypěstování prostokořenných sazenic a poloodrostků dle pěstební vzorce – standardní sazenice: 0,5–0,5 a poloodrostky: 0,5–0,5+1. U poloodrostků byly použity dva druhy pěstební zásahu, a to podřezávání kořenového aparátu i přeškolkování sadebního materiálu. U sazenic došlo pouze k podřezání kořenového systému.

Celkově bylo během dvou etap vysazeno 3100 ks standardních sazenic (I. a II. etapa) a 600 ks poloodrostků (II. etapa). Sazenice i poloodrostky, které nebyly z důvodu výskytu přirozené obnovy dubu v některých částech výzkumné plochy vysazeny, byly použity na výzkumné ploše v Praze-Běchovicích. Na této ploše dochází ke snaze

o zalesnění specifické lokality bývalé skládky stavební suti s navázkou orné půdy o mocnosti cca 30 cm.

4.2.2 Princip založení pokusu

Na lokalitě byly vysazeny dvě varianty sadebního materiálu na podzim v roce 2018 a v listopadu 2019. První variantou byly klasické sazenice, kterých bylo v první etapě vysázeno 1000 ks, v druhé, zásadnější fázi výsadba činila 2100 ks. Druhou variantou sadebního materiálu byly poloodrostky, které byly vysazovány až v druhé etapě v počtu 600 ks. Na výzkumné lokalitě byla tato umělá obnova vysazena v řadách, a to jak na volné ploše, tak i jako podsadba pod prosvětleným porostem. Pro potřeby výzkumu, zejména sběru dat, byl každý jedinec zaevidován.

V rámci pokusné plochy byly vylišeny čtyři malé plošky s odlišným způsobem obnovy starého porostu. Na první z nich došlo k vykácení původního porostu holosečným způsobem s postupným ošetřením pařezů herbicidem. Na řeznou plochu byl herbicid nanesen do 15 minut od pokácení. Po tomto způsobu smýcení porostu byly střídavě v řadách vysazeni jedinci lípy srdčité ve formě sazenic a poloodrostků. Druhá ploška se nacházela v místě jednotlivého přimíšení akátu, kde proto došlo pouze k proředění původního porostu vytěžením jednotlivě rostoucích akátů, a tedy k prosvětlení porostní plochy, a opět zde byly vysazeny střídavě sazenice a poloodrostky lípy srdčité. U třetí z plošek byla použita kombinace mechanické a chemické metody likvidace akátu. Šlo o kroužkování jedinců, do kterých byl případně aplikován herbicid prostřednictvím vývrtu v kmeni. Další část dospělých jedinců byla pokácena na pařez o ve výšce zhruba 100 až 130 cm, ostatní dle standardních norem ve výšce 20 až 40 cm. Poslední část výzkumné plochy se nacházela uvnitř porostu. Vegetace zde byla silně zapojena, proto zatím během tohoto výzkumu výsadba ani neproběhla a bude uskutečněna až v následujících letech.

Sadební materiál byl sázen pomocí motorových jamkovačů, přičemž u poloodrostků byly jamky vrtány vrtákem o průměru 15 cm. V případě klasických sazenic byl pro vyhloubení jamky použit vrták o průměru 12 cm. V místech, kde byla půda silně kamenitá, byly použity vrtáky s menším průměrem 9 cm.

Na části plochy bylo provedeno jednorázové odstranění buřeně zejména ostružiníků. Cílem bylo ověřit náročnost metody ručního vytrhávání ostružiníku v porovnání s chemickou likvidací. Na většině plochy nebyla buřeň cíleně likvidována. Předpokládá se, že poloodrostky by měly buřeni (včetně ostružiníku) bez nutnosti její likvidace odolat. Odolnost proti buřeni je považována za jednu z významných výhod vyspělého sadebního materiálu. Naproti tomu standardní sazenice by měly lépe odolávat půdnímu suchu, které je na daném stanovišti očekávatelné po větší části vegetačního období.



Obrázek 6: Připravená jamková výsadba na výzkumné lokalitě Cholupický vrch. Foto: Martin Baláš

4.3 Měření tloušťkového a výškového přírůstu

Tloušťkové a výškové přírůsty u vybraných jedinců byly měřeny v hlavní oplocence a jedné z menších oplocenek. Před začátkem vegetačního období na jaře 2020 proběhlo výchozí měření sazenic klasické velikosti a poloodrostků. Data byla změřena celkem na 8 ploškách, přičemž 8. ploška byla do měření zařazena dodatečně. Proto nebyla zachycena výchozí tloušťka sazenic při zalesňování. Počáteční výška byla změřena spolu s měřením výšky po jedné sezóně. Na této plošce se proto zabýváme pouze výškovým přírůstem.

Jednotlivé plošky byly na zkoumané lokalitě rozmístěny tak, aby co nejlépe zachycovaly specifika výzkumné plochy, např. rozdílnost mezi plochou odlesněnou a plochou pouze prosvětlenou. Zalesňování malých plošek probíhalo systematicky v řadách. Jednotlivé řady i jedinci mezi sebou tvořili spon $1,5 \times 1,5$ m. Následně byly vybrané řady v rámci plošek očíslovány, stejně tak i jednotliví jedinci v rámci řad. U takto označených jedinců došlo k zaznamenání dat o jejich tloušťce a výšce. Jednotliví jedinci byli označeni barevnou páskou, na kterou bylo zaznamenáno jejich pořadové číslo i pořadové číslo řady i číslo plošky, ke které náleží. Takovéto číselné označení umožnilo po následném měření v roce 2020 přiřazení jednotlivých dat k jednotlivým jedincům, tedy i vzájemné porovnání v rámci let – zhodnocení přírůstu.

Po vysazení bylo změřeno celkem 278 poloodrostků a 582 sazenic na 8 ploškách. Pokud v roce 2020 došlo k odumření jedince, nebyla u tohoto jedince dále zaznamenávána tloušťka ani výška, ale byl tento jedinec započítán do statistického vyhodnocení ujmavosti, respektive mortality.

4.3.1 Postup měření výškového přírůstu

Výškové přírůsty byly měřeny pomocí svinovacího metru s přesností na jednotky milimetrů. Svinovací metr byl umístěn na pevné laťce pro lepší manipulaci a měření. Za výšku jedince byla brána vzdálenost od povrchu půdy k nejvyššímu živému pupenu. Jelikož u některých jedinců došlo během vegetační sezóny k negativním změnám ve vitalitě (zlom, zaschnutí vrcholku) a jejich výška poklesla. Meziroční přírůst takových jedinců má proto zápornou hodnotu. Také byli evidováni jedinci, kteří zcela uhynuli. U některých jedinců tomu tak bylo z důvodu jejich nízké vitality, další byli nechtěně odstraněni při vyžínání buřeně. Na jednotlivých ploškách probíhalo postupně u jedinců měření výšky současně s měřením tloušťkového přírůstu. Sesbíraná

data byla převedena do programu MS Excel pro snadnější orientaci a manipulaci při vyhodnocování. Data byla měřena obdobným způsobem jak na jaře, tak i na podzim v roce 2020.

4.3.2 Postup měření tloušťkového přírůstu

Tloušťkový přírůst byl měřen pomocí analogového posuvného měřítka s přesností na jedno desetinné místo, ve výsledném grafu je ovšem pro větší přehlednost zobrazena vypočtená hodnota (aritmetický průměr tlouštěk jedinců) s přesností na dvě desetinná místa. Měření probíhalo těsně nad úrovní terénu v místě tzv. kořenového krčku. Tloušťky byly měřeny u všech jedinců bez ohledu na jejich vitalitu. V případě, že byl kmínek v kořenovém krčku silně rozšířen, bylo místo měření posunuto mírně výše, nad rozšířenou sekci. Pokud byl kmínek svým tvarem silně asymetrický, měření probíhalo ve dvou na sobě kolmých rovinách a výsledek byl zprůměrován a zaokrouhlen. Terénní data byla následně převedena do programu MS Excel pro následné vyhodnocování.

4.4 Měření obsahu a fluorescence chlorofylu

Měření probíhalo na základě metodických pokynů, jak uvádějí LINDA et al. (2019). Na jaře roku 2020 byla sbírána data pomocí přístrojů Opti-Science CCM-300 (obsah chlorofylu) a Opti-Sciences OS30p+ (fluorescence chlorofylu). Měření obsahu a fluorescence chlorofylu na asimilačním aparátu vybraných jedinců probíhalo v rámci hlavní oplocenky na dvou ploškách s odlišnými podmínkami. Jedna z plošek se sazenicemi i poloodrostky se nacházela na volné ploše bez zástínu a druhá pod porostem akátu, dubu červeného a borovice černé. Měřena byla vždy asimilační aparát u 30 jedinců sazenic i 30 jedinců poloodrostků na obou stanovištích. V obou variantách sadebního materiálu se postupovalo obdobně. Měření probíhalo vždy na lícové straně listu.

V případě měření obsahu chlorofylu byla u jedince vždy vybrána vhodná část listu a na ni byla umístěna měřicí koncovka. Samotné měření proběhlo po stisku příslušného tlačítka ovládacího panelu přístroje. Tuto metodu lze provádět bez předchozí adaptace vzorku na tmu. Použití tohoto přístroje je vhodné právě u listnatých stromů s velmi malými lístky, jelikož pro správné změření není nutné, aby vzorek pokryl celou plochu měřicí koncovky. Měří totiž obsah chlorofylu na bázi emise fluorescenčního světla o délce 735 nm ku emisi fluorescenčního světla o délce 700 nm na rozdíl od jiných

přístrojů. Sesbíraná data je možné z přístroje stáhnout a následně upravovat v programu MS Excel.

U druhého přístroje pro měření fluorescence chlorofylu je nutné provést předem adaptaci vzorku na tmu alespoň na dobu 30 minut před samotným měřením. Ta byla provedena pomocí speciálních svorek, které jsou příslušenstvím k přístroji. Svorky byly umísťovány na list se zavřenou clonou, aby bylo zamezeno přístupu slunečního záření na měřenou část listové plochy. Speciální svorky byly upevněny na tu část listu, kde list nevykazoval žádné defekty. Před samotným měřením byla provedena automatická kalibrace přístroje. Po uplynutí 30 minut byla měřicí sonda postupně nasazována na otvory ve svorkách umístěných na listech. Po připojení měřicího zařízení byla odkryta zatemňovací krytka na svorce a měření bylo spuštěno přes dotykovou obrazovku přístroje. Výstupem měření byly naměřená číselná data a graf s charakteristickým tvarem, podle kterého jsme si ověřili, zda měření proběhlo správně.



Obrázek 7 a 8: Měření obsahu a fluorescence chlorofylu pomocí přístrojů Opti-Science CCM-300 (vlevo), Opti-Sciences OS30p+ (vpravo). Foto: Růžena Vrkočová

Měřením fluorescence zjišťujeme tzv. základní fluorescenční poměr neboli maximální kvantový výtěžek fluorescence chlorofylu (F_v/F_m), přičemž tento parametr udává, zda došlo k nějakému fyziologickému stresu, ale bez ohledu na jeho příčinu. Tento poměr se stanoví na základě vzorce $F_v/F_m = (F_m - F_o) / F_m$. Variabilní fluorescencí (F_v) se rozumí okamžitá hodnota fluorescence snižená o základní fluorescenci (F_o). Stanovení variabilní fluorescence se provádí jako podíl tzv. maximální fluorescence (F_m) a základní fluorescence (F_o). Základní fluorescence je zjišťována ozářením již předzatemněné rostliny (části listu) velmi nízkou hodnotou ozáření, kdy dochází

k excitaci molekul chlorofylu fotosystému II (PSII), ale přenos energie není dále uskutečněn. Maximální fluorescence (Fm) je hodnota okamžité fluorescence dosažená krátce po náhlém ozáření předzatměné rostliny dostatečně silným světelným impulzem, díky kterému dochází k uzavření všech reakčních center fotosystému II (PSII) (MAXWELL, JOHNSON 2000). Obdobně jako u předchozího měření byla data následně zpracovávána v programu MS Excel.

4.5 Zpracování a vyhodnocení dat

Veškerá nasbíraná data byla převedena do digitální podoby do programu MS Excel. Některá data byla i v tomto programu rovnou zpracována a na základě výsledků změřených na lokalitě byly vytvořeny výsledné grafy. Jako druhý nástroj pro vyhodnocení dat byl použit program Statistica 13.5.0.17 (TIBCO Software Inc.). Po úpravách dat v programu MS Excel tak, aby je bylo možné použít ve Statistice, byl nejprve zvlášť pro každou skupinu dat (dataset) proveden test normality dat. Jedná se o ověření, zdali se jednotlivé skupiny hodnot blíží normálnímu rozdělení. Jestliže data tento předpoklad splňovala, použil se některý z parametrických testů. Pokud nikoliv, bylo na místě použít některý z neparametrických testů. Normalita dat byla zjišťována na základě histogramu a p-hodnoty Shapiro-Wilkova testu normality.

Vyhodnocena byla procentuální ujímavost sazenic a poloodrostků na základě celkového počtu jedinců na lokalitě a počtu odumřelých jedinců během vegetačního období. Číselně byla ujímavost stanovena jako poměr jedinců testovaných před vegetační sezónou a počtem testovaných jedinců životaschopných po sezóně.

Jedinci, u kterých byl při podzimním měření zjištěn úhyn, byli vyřazeni z databáze a nebyl u nich tím pádem počítán žádný z přírůstků. U ostatních jedinců bylo pomocí statistické analýzy vyhodnoceno, zda se statisticky významně odlišuje hodnota přírůstu mezi dvěma typy sadebního materiálu. Pro statistické zkoumání byl použit neparametrický dvouvýběrový Wilcoxonův test.

Data z měření obsahu a fluorescence chlorofylu byla vyhodnocována pomocí statistické analýzy. V rámci měření byly zachyceny čtyři varianty jedinců na ploše. Vždy se jednalo o kombinaci druhu sadebního materiálu a prostředí, ve kterém daný jedinec roste. V praxi byly tedy zaznamenány čtyři varianty jedinců. První variantou byly sazenice rostoucí na volné ploše, druhou variantou sazenice rostoucí pod porostem, třetí poloodrostky na volné ploše a poslední variantou poloodrostky rostoucí

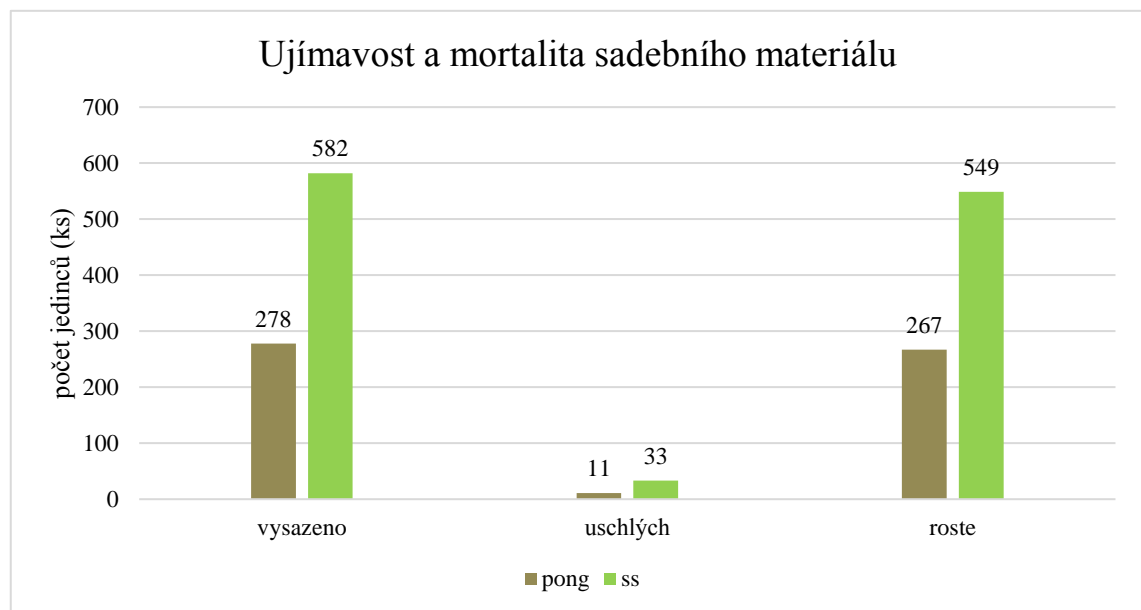
pod porostem. Vyhodnocovala se statisticky významná podobnost, respektive odlišnost těchto variant mezi sebou. Pro statistické zhodnocení byl použit neparametrický Kruskal–Wallisův test. Pokud byla varianta vyhodnocena tímto testem jako statisticky významně odlišná od zbylých variant, bylo jí přiřazeno unikátní písmeno. V opačném případě byly vždy označeny shodným písmenem ty varianty sadebního materiálu, jejichž přírůsty se statisticky výrazně neodlišovaly.

V případě vyhodnocení vzcháživosti byla použita procedura pro srovnání podílů v souborech dat s binomickým rozdělením. Zvolená hladina významnosti α byla u všech používaných statistických testů 0,05.

5. Výsledky

5.1 Ujímavost sadebního materiálu

Následující sloupcový graf (graf č. 1) zobrazuje počty vybraných a změřených jedinců lípy srdčité ve dvou formách sadebního materiálu, které byly vysazeny v roce 2018 a 2019. Celkem bylo na lokalitě z vysazených jedinců změřeno jako statistický vzorek 278 ks poloodrostků a 582 ks sazenic. Z tohoto vzorku jedinců jich během vegetační sezóny roku 2020 zaschlo či jinak odumřelo celkem 44 ks, z toho 11 ks poloodrostků a 33 ks sazenic standardní velikosti. Výpočtem podílu živých jedinců k jedincům vysazeným byla zjištěna procentuální ujímavost založeného porostu. U sazenic standardní velikosti dosahovala procentuální ujímavost 94,3 %, u poloodrostků činila dokonce 96 %. Z této skutečnosti vyplývá, že poloodrostky i sazenice v prvním roce života na lokalitě přežívají velmi dobře. Míra ujímavosti po první vegetační sezóně se u obou typů sadebního materiálu statisticky průkazně nelišila ($p = 0,2914$).



Graf 1: Ujímavost a mortalita jedinců podle sadebního materiálu u vybrané části nově založené kultury na výzkumné lokalitě Cholupický vrch pozn. pong – poloodrostky, ss – standardní sazenice

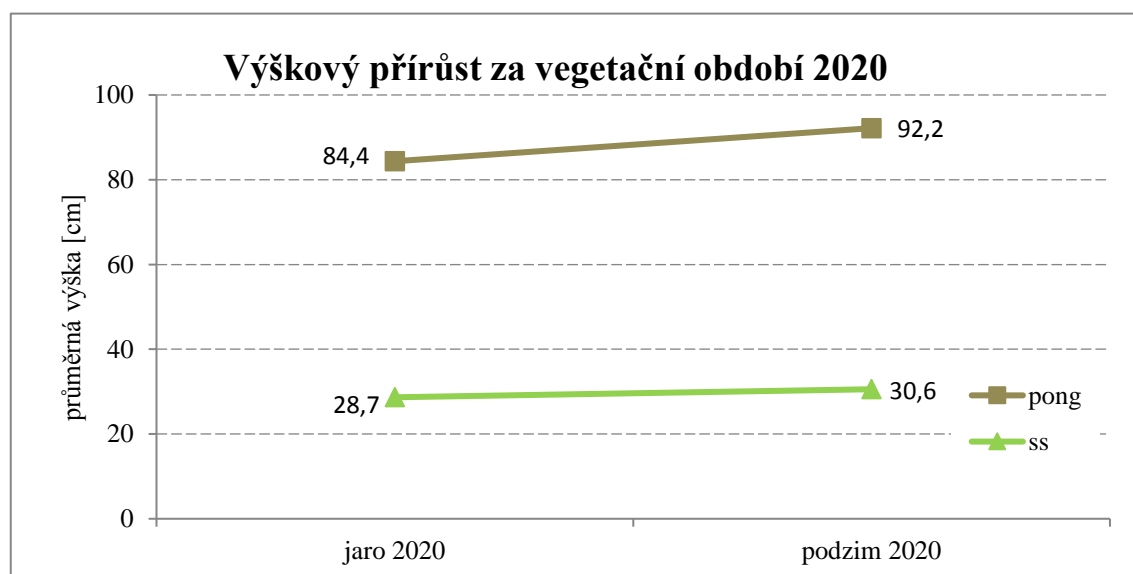
Procentuální zastoupení obou forem sadebního materiálu statistického vzorku na ploše je zobrazeno v tabulce č. 1. Poloodrostky tvoří 16 % z celkového počtu vysazených jedinců, standardní sazenice pak 84 %. Avšak ve statistickém vzorku byl poměr formy sadebního materiálu vyrovnanější, a to 68 % ku 32 % ve prospěch standardních sazenic. Z celkového počtu poloodrostků na ploše jich byla změřena téměř polovina, naproti tomu u sazenic byl změřen cca každý pátý vysazený jedinec. Statistický vzorek je procentuální vyjádření změřených jedinců ku jedincům vysazeným dle formy sadebního materiálu.

Tabulka 1: Počty a procentuální podíly vysazených a testovaných jedinců různých forem sadebního materiálu použitých na výzkumné ploše, pozn. pong – poloodrostek

Forma sadeb. mat.	vysazeno		změřeno		statistický vzorek
	(ks)	(%)	(ks)	(%)	(%)
sazenice	3100	84	582	68	19
pong	600	16	278	32	46
celkem	3700	100	860	100	

5.2 Výškové přírůsty

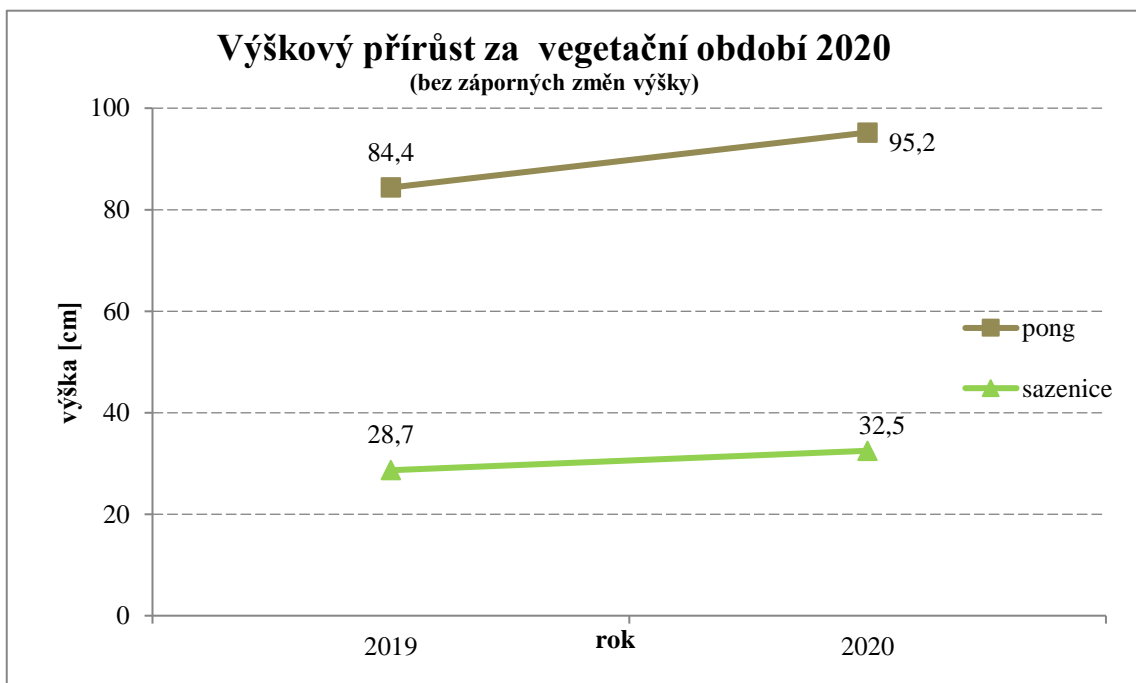
Změnu průměrné výšky daného typu sadebního materiálu zobrazuje graf č. 2 níže. Hodnota zobrazená na grafu pro jaro 2020 je aritmetickým průměrem všech naměřených výšek před začátkem vegetačního období. Hodnota pro podzim 2020 je stanovena obdobně. Z vypočtených hodnot výšek byl dále stanoven průměrný přírůst sadebního materiálu, který byl pro průměrnou sazenici 1,9 cm a pro průměrný poloodrostek 7,8 cm.



Graf 2: Výškové přírůsty dle sadebního materiálu za vegetační období 2020 na výzkumné lokalitě Cholupický vrch včetně negativních přírůstů pozn. pong – poloodrostky, ss – standardní sazenice

Z tohoto zjištění a současně ze spojnice trendu na grafu vyplývá, že velikost výškových přírůstů u poloodrostků je téměř 4× větší než u sazenic. Do výsledků byly započteny i jedinci, u kterých se výška meziročně snížila, ti tedy průměrný přírůst jedince snižují. Nejmenší poloodrostky měly výchozí výšku 56 cm na jaře 2020, naopak nejvyšší sazenice dosahovaly výšky 45 cm.

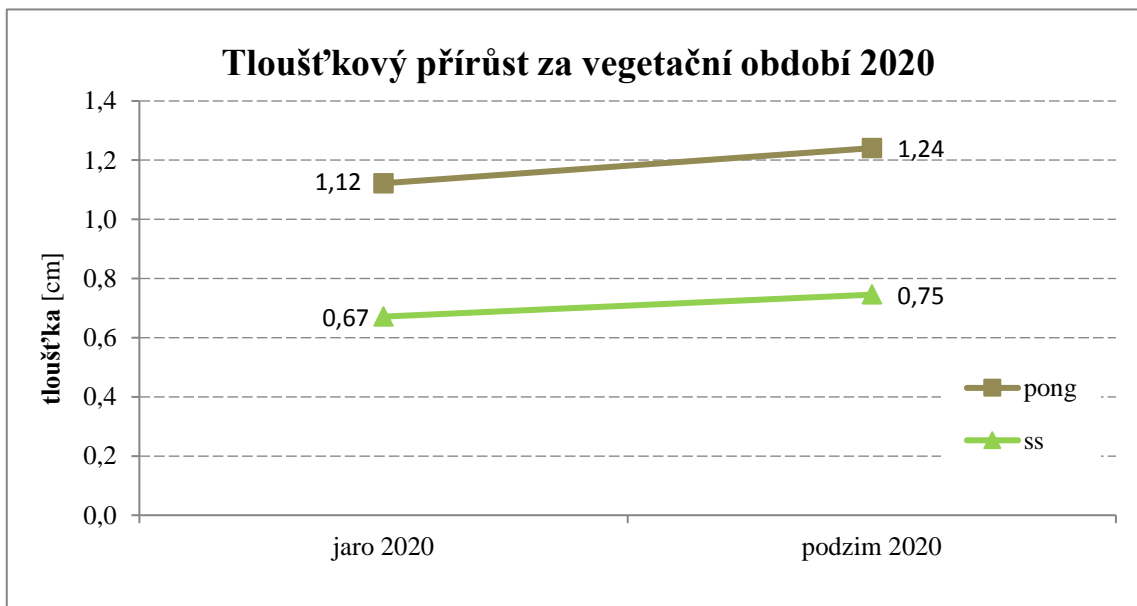
Na následujícím grafu č. 3 byl pro výpočet přírůstu zohledněn pouze kladný přírůst, tedy záporné hodnoty byly z výpočtu odstraněny. Průměrná výška jedinců bez ohledu na druh sadebního materiálu je nyní na podzim 2020 vyšší než na předchozím grafu č. 2. Přírůst průměrné sazenice dosahuje hodnoty 3,8 cm, u poloodrostku je to dokonce třikrát větší hodnota 10,8 cm.



Graf 3: Výškové přírůsty dle sadebního materiálu za vegetační období 2020 na výzkumné lokalitě Cholupický vrch pouze kladné hodnoty přírůstů, pozn. pong – poloodrostky, ss – standardní sazenice

5.3 Tloušťkové přírůsty

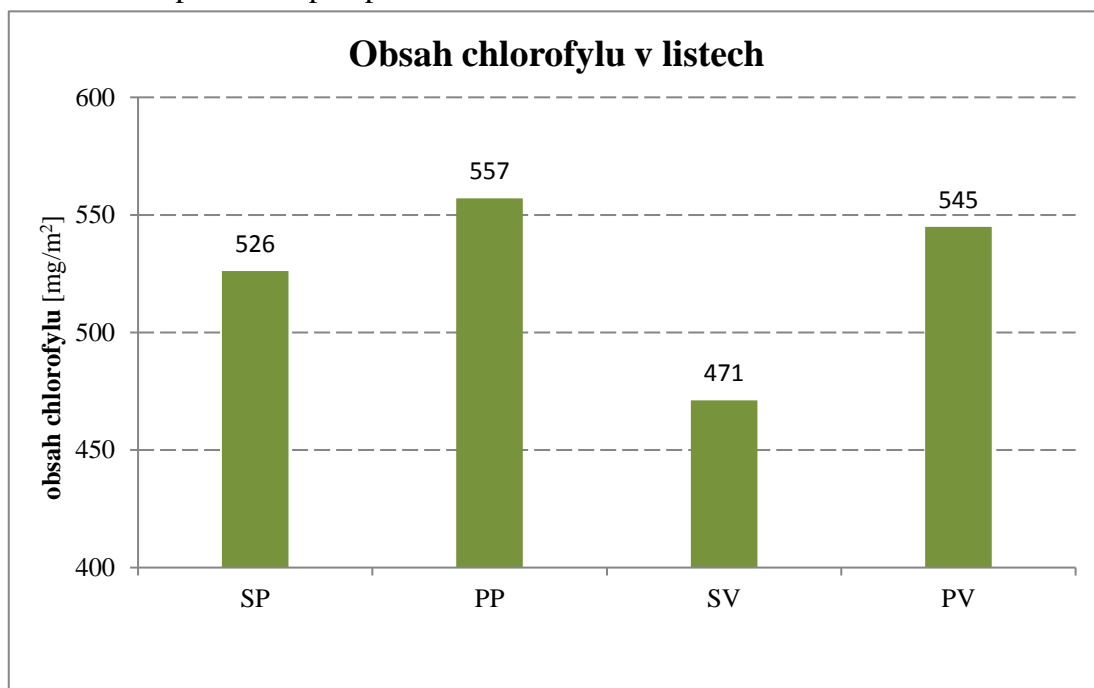
Tloušťkové přírůsty standardních sazenic a poloodrostků zobrazuje graf č. 4 níže. V grafu zobrazené hodnoty jsou aritmetickým průměrem naměřených hodnot. Průměrná standardní sazenice přirostla v rámci vegetační sezóny o cca 0,8 mm, průměrný poloodrostek pak o 1,2 mm. Absolutní hodnoty přírůstu se sice liší, ale relativní procentuální přírůst je pro oba typy sadebního materiálu prakticky shodný. Dle výpočtu tvoří hodnota tloušťkového přírůstu za vegetační sezónu 11 % původní tloušťky jedince před začátkem sezóny. Na rozdíl od výškového přírůstu, u tloušťkového se záporné přírůsty z logických důvodů vůbec nevyskytovaly, u některých jedinců ale byl přírůst nulový, resp. nebyl měřitelný.



Graf 4: Tloušťkové přírůsty dle sadebního materiálu za vegetační období 2020 na výzkumné lokalitě Cholupický vrch. Výsledná data jsou změřena s přesností na jedno desetinné místo – v grafu jsou vypočtené průměry zobrazeny pro větší přehlednost se dvěma desetinnými místy, pozn. pong – poloodrostky, ss – standardní sazenice

5.4 Obsah chlorofylu

Obsah chlorofylu v listech je dle typu sadebního materiálu graficky znázorněn ve sloupcovém grafu č. 5. Poloodrostky vykazovaly hodnoty obsahu chlorofylu větší než 500 mg/m^2 , a to jak na volné ploše, tak i pod porostem. Rozdíl mezi hodnotami naměřeného obsahu chlorofylu nebyl výrazný. U poloodrostků v porostu dosahovala průměrná hodnota obsahu chlorofylu téměř 560 mg/m^2 , u stejného typu sadebního materiálu rostoucího na volné ploše byl obsah mírně nižší, a to 545 mg/m^2 . U sazenic standardní velikosti nedosahovala průměrná hodnota obsahu chlorofylu na obou typech ploch takových hodnot jako u poloodrostků. Z grafu je vidět zřetelný rozdíl výsledků, kterého dosahují sazenice v porostu a mimo něj. Rozdíl hodnot obsahu chlorofylu je více než 10 %. Sazenicím rostoucím v porostu se dle hodnot daří lépe a vykazují průměrnou hodnotu 526 mg/m^2 , sazenice zcela osluněné na volné ploše jsou na tom ze všech variant jedinců nejhůře a hodnota chlorofylu v listech je u nich průměrně 471 mg/m^2 . Mezi poloodrostky na volné ploše a pod porostem nebyl významný rozdíl, ale hodnoty u sazenic standardní velikosti byly znatelně rozdílné mezi volnou plochou a pod porostem.



Graf 5: Obsah chlorofylu v listech u různých typů sadebního materiálu pod porostem a na volné ploše na výzkumné lokalitě Cholupický vrch
SP – sazenice pod porostem, PP – poloodrostky pod porostem, SV – sazenice na volné ploše,
PV – poloodrostky na volné ploše

5.5 Fluorescence chlorofylu

U výsledných hodnot základních parametrů, které popisují temnostní fázi fluorescence chlorofylu, můžeme pozorovat pokles minimální fluorescence (F_0), nárůst maximální fluorescence (F_m) a maximálního kvantového výtěžku fotosystému II (F_v/F_m) mezi termíny (tab. č. 2). Při srpnovém měření měly listy u statistického vzorku hodnoty maximálního kvantového výtěžku převyšující hodnotu 0,7. U poloodrostků nehledě na variantu zástinu (porost/volná plocha) nedocházelo k větším odchylkám. Sazenice pod porostem vykazovaly podobný maximální kvantový výtěžek (F_v/F_m) jako poloodrostky pod porostem. Naopak sazenice na volné ploše jen mírně převyšovaly hodnotu 0,7 (F_v/F_m). Největší odchylku od průměru vykazovaly také sazenice na volné ploše. Nejvíce vitální – tedy s největším maximálním kvantovým výtěžkem – se jevily poloodrostky pod porostem. Téměř shodné byly dle maximální kvantové výtěžnosti (F_v/F_m) sazenice pod porostem a poloodrostky na volné ploše, směrodatná odchylka se u nich lišila jen nepatrně.

Tabulka 2: Fluorescence chlorofylu dle formy sadebního materiálu pod porostem a na volné ploše na výzkumné lokalitě Cholupický vrch, pozn. pong – poloodrostky, sm. odch. - směrodatná odchylka

12.8.2020		F_0		F_m		F_v/F_m	
Forma sadeb. mat.		průměr	sm. odch.	průměr	sm. odch.	průměr	sm. odch.
sazenice	porost	269,6	43,6	1184,8	134,1	0,771	0,033
	volná plocha	306,2	61,7	1131,4	199	0,725	0,575
pong	porost	254,7	28,7	1200,4	114,1	0,787	0,021
	volná plocha	240,8	37,5	1025,2	118,8	0,759	0,066

5.6 Statistické zhodnocení

5.6.1 Celkové výškové přírůsty

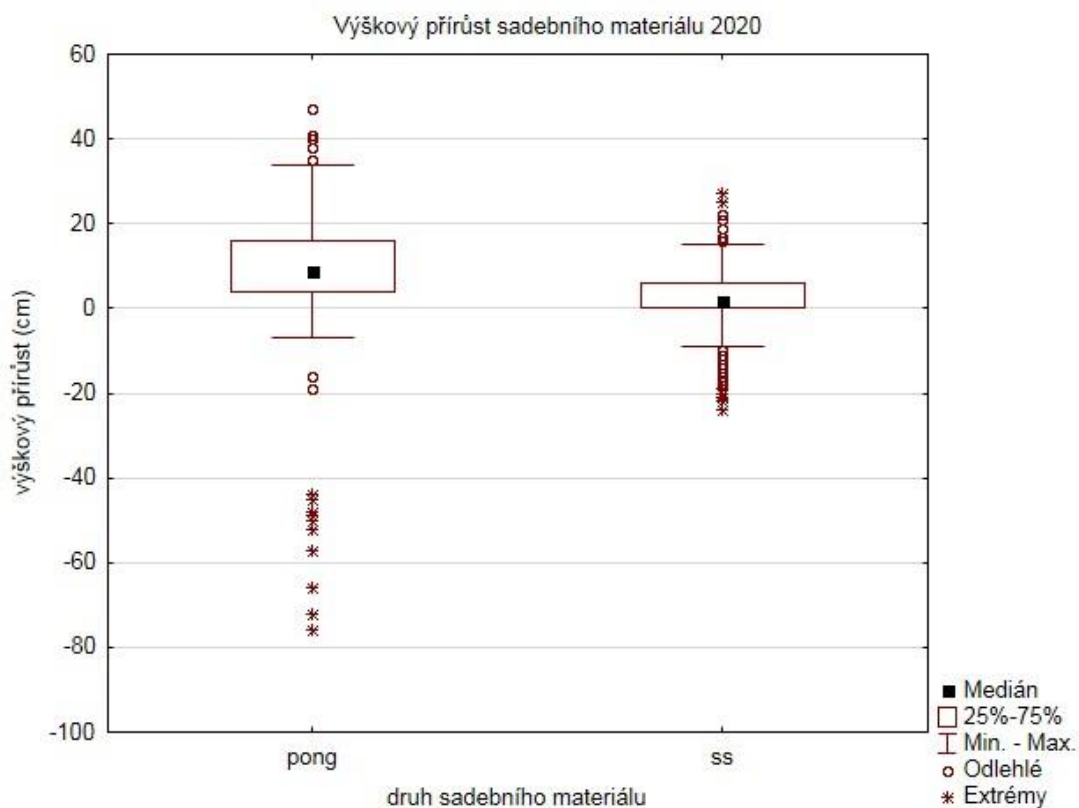
Z analýzy dat pomocí histogramů bylo zjištěno, že data o celkových výškových přírůstech nemají normální rozdělení, proto byl pro jejich analýzu použit neparametrický test. Pomocí neparametrického Wilcoxonova testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ byl zjištěn silně signifikantní rozdíl (p -hodnota $< 0,000$). Tato vypočtená hodnota udává, že na zvolené hladině významnosti je rozdíl mezi naměřenými daty dle druhu sadebního materiálu statisticky významný.

Statisticky průkazně mají větší výškové přírůsty poloodrostky než sazenice standardní velikosti (graf č. 6). V grafu č. 6 jsou ponechány lokální extrémy, které poukazují na jednotky jedinců, u kterých došlo v průběhu vegetační sezóny 2020 ke zlomu či jinému

výraznému poškození terminálního výhonu, které mělo za následek silné poškození jedince, a proto i jeho výrazný úbytek na výšce.

U statistického vzorku poloodrostků došlo k výraznému narušení výšky pouze u 7 % jedinců, u sazenic u 17 % jedinců. Poloodrostky tedy statisticky méně trpěly na ztrátu části terminálního výhonu než standardní sazenice, ale pokud byl u nich zaznamenán zlom, výška jedince byla silněji zasažena, než tomu bylo u sazenic.

V grafu č. 6 je zobrazen nejen medián naměřených hodnot výšek, ale i relativně široký rozsah odlehlých hodnot i lokální extrém.



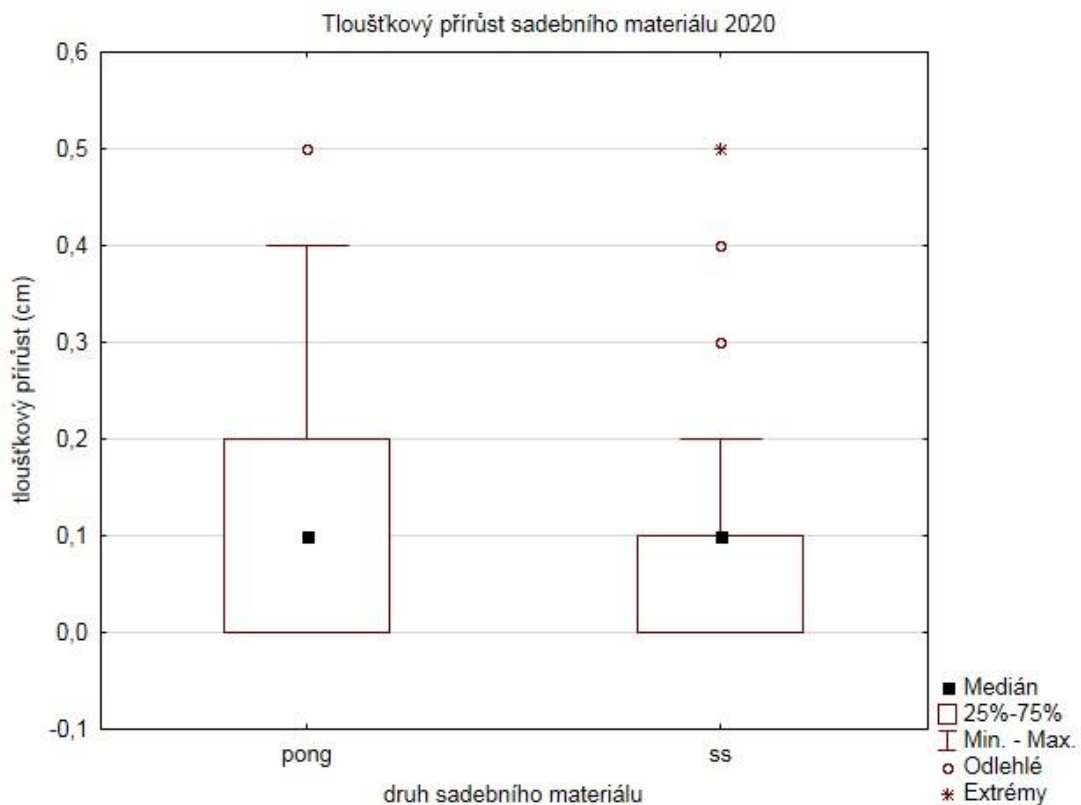
Graf 6: Celkové výškové přírůsty dle sadebního materiálu za vegetační období 2020 na výzkumné lokalitě Cholupický vrch

Lokální záporné extrémě vyskytující se v grafu odkazují na jedince ze statistického vzorku se záporným přírůstem, který byl u nich způsoben např. zlomem, suchým vrcholem či nechtěným poškozením při vyžínání buřeně. U těchto jedinců byl výškový přírůst fakticky záporný, pozn. pong – poloodrostky, ss – standardní sazenice

5.6.2 Celkové tloušťkové přírůsty

Celkové tloušťkové přírůsty opět nevykazovaly normální rozdělení, proto bylo přistoupeno k neparametrickému testování pomocí Wilcoxonova testu. Test byl proveden na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ a námi zjištěná p-hodnota = 0,0011, proto lze považovat rozdíl v přírůstu tlouštěk za signifikantní.

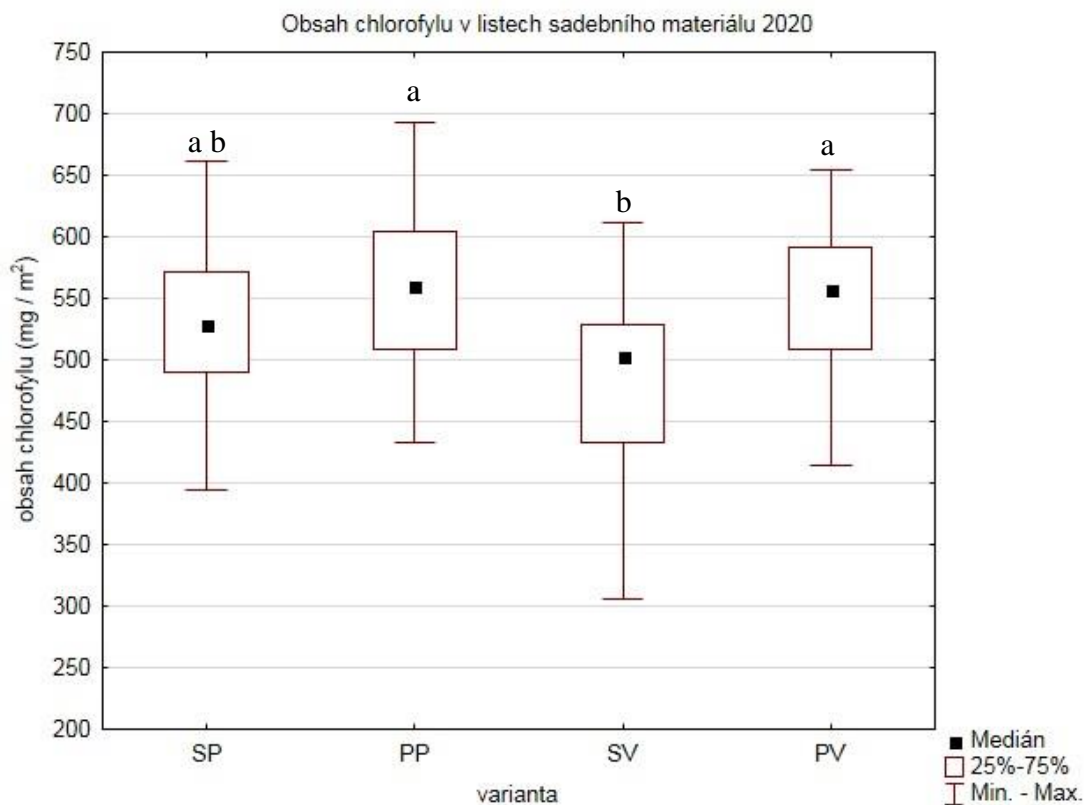
Mezi změřenými jedinci se nevyskytovaly velké extrémní, mediány tloušťkových přírůstů u poloodrostků a u sazenic se prakticky nelišily (graf. č. 7).



Graf 7: Celkové tloušťkové přírůsty dle sadebního materiálu za vegetační období 2020 na výzkumné lokalitě Cholupický vrch, pozn. pong – poloodrostky, ss – standardní sazenice

5.6.3 Obsah chlorofylu

Vyhodnocení obsahu chlorofylu proběhlo pomocí Kruskal-Wallisova testu a výsledky zobrazuje krabicový graf č. 8 níže.



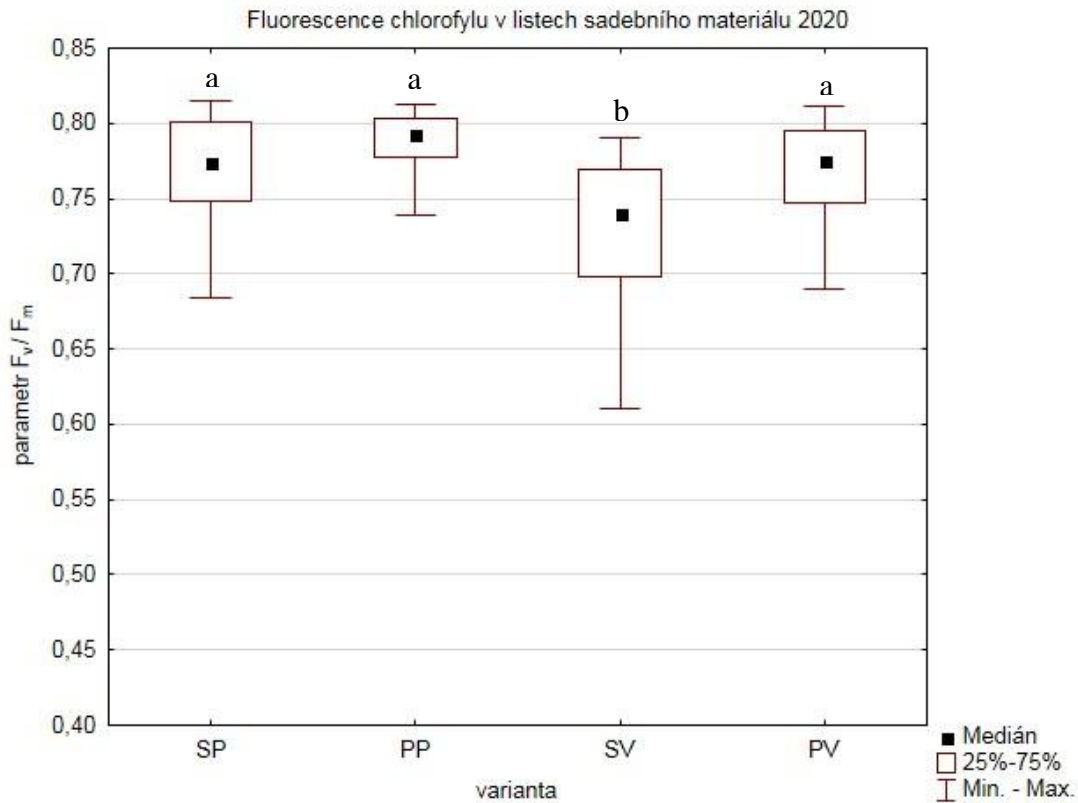
Graf 8: Obsah chlorofylu v listech jednotlivých druhů sadebního materiálu na výzkumné lokalitě Cholupický vrch SP – sazenice pod porostem, PP – poloodrostky pod porostem, SV – sazenice na volné ploše, PV – poloodrostky na volné ploše. Odlišné písemné indexy nad boxploty vyjadřují statisticky průkazné rozdíly.

Testování obsahu chlorofylu proběhlo na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (pokud hodnota testovací statistiky splňuje daný předpis – je menší než 0,05, lze hovořit o statisticky průkazných rozdílech). Na základě Kruskal-Wallisova testu vyšla p – hodnota = 0,001. Proto lze považovat rozdíly v hodnotách vyjádřených boxploty s odlišnými písmennými indexy za statisticky průkazné.

Sazenice rostoucí v porostu se výrazně nelišily ani od sazenic z volné plochy, ani od obou druhů poloodrostků. Poloodrostky se navzájem nelišily, ale statisticky významně se odlišovaly od sazenic z volné plochy. Celkově byl obsah chlorofylu nejnižší u sazenic z volné plochy, a naopak nejvyšší u poloodrostků rostoucích pod ochranou porostu.

5.6.4 Fluorescence chlorofylu

Data z měření fluorescence chlorofylu byla vyhodnocena pomocí Kruskal- Wallisova testu a výsledky jsou zobrazeny na krabicovém grafu č. 9.



Graf 9: Fluorescence chlorofylu v listech jednotlivých druhů sadebního materiálu na výzkumné lokalitě Cholupický vrch

SP – sazenice pod porostem, PP – poloodrostky pod porostem, SV – sazenice na volné ploše, PV – poloodrostky na volné ploše. Odlišné písemné indexy nad boxploty vyjadřují statisticky průkazné rozdíly.

Pomocí již zmíněného testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ proběhlo testování fluorescence chlorofylu a výsledná p-hodnota = 0,000. Proto lze považovat rozdíly v hodnotách vyjádřených boxploty s odlišnými písemnými indexy za statisticky průkazné.

Pomocí krabicového grafu č. 9 byl prokázán statistický rozdíl mezi variantou sazenice-volná plocha (SV) a ostatními variantami. Mezi ostatními variantami (SP, PP, PV) nebyly statistické rozdíly významné. Jediná odlišující se varianta, sazenice z volné plochy, dosahovaly nejnižších hodnot fluorescence ze všech testovaných variant.

6. Diskuze

Lze konstatovat, že procentuální ujímavost poloodrostků a standardních sazenic je na sledované lokalitě srovnatelná. Rozdíl v ujímavosti ve prospěch odrostků není velký ani statisticky průkazný. Odrostky ve srovnání se sazenicemi během první vegetační sezóny ale lépe odrůstaly.

V porovnání obou přírůstů u statistického vzorku sadebního materiálu byl roční tloušťkový přírůst standardních sazenic menší než u poloodrostků. Stejně tak tomu bylo i u přírůstu výškového, kde opět lépe a rychleji odrůstali jedinci poloodrostků. Výsledné absolutní hodnoty pro tloušťkový přírůst u obou typů sadebního materiálu se sice liší, ale procentuální relativní hodnoty přírůstu stanovené z původní tloušťky jsou stejné. V případě výškového přírůstu se lišily jak hodnoty absolutní, tak relativní a opět ve prospěch poloodrostků. Poloodrostky za vegetační sezónu přirostly o 9 % své původní výšky, sazenice pouze o 7 %. Tyto závěry opět nasvědčují tomu, že se poloodrostky díky své výšce lépe prosadí proti vlivu buřeně, zejména ostružiníku, který se na lokalitě vyskytuje velmi hojně i přes jeho počáteční odstranění před výsadbou.

Hodnocení obsahu chlorofylu a fluorescence chlorofylu jako celku nám umožňuje komplexnější pohled na fotosyntetické procesy uvnitř asimilačních aparátů. Výsledné hodnoty obsahu chlorofylu byly u poloodrostků znatelně vyšší než u sazenic. Podobných výsledků dosáhli také GALLO et al. (2020). Nejnížší hodnoty obsahu chlorofylu byly naměřeny u statistického vzorku pro sazenice na volné ploše. Hodnoty obsahu chlorofylu poukazují na vitalitu jedinců, čím větší je hodnota obsahu chlorofylu na listech u jedince, tím je jedinec více vitální.

Obdobně nám fluorescence chlorofylu poskytuje informace o vitalitě jedince. Důležitým parametrem je maximální kvantový výtěžek (F_v/F_m), který nám ukazuje, jestli a do jaké míry je jedinec poškozen nebo stresován. Jestliže hodnota parametru je $F_v/F_m < 0,7$, indikuje to přítomnost stresu a řešíme, co je jeho příčinou. Pokud máme ale podezření na poškození herbicidem, měli bychom provést test pomocí tzv. OJIP protokolu a nevycházet pouze z poměru F_v/F_m (LINDA et al. 2019).

Hodnoty parametru F_v/F_m u obou typů sadebního materiálu, jak na volné ploše, tak i pod porostem, se nijak významně nelišily. Ve všech čtyřech případech byla hodnota

parametru F_v/F_m lehce větší než 0,7. Vliv herbicidu byl vyloučen. Bylo proto možné hodnocené výsadby považovat za vitální.

Pokud by bylo měření provedeno při nižších teplotách, než je 20 °C, došlo by k umělému nadhodnocení variabilní fluorescence (F_v). Výrazný stres způsobený teplotou vede k podstatným změnám v hodnotách maximálního kvantového výběžku (HUNER et al. 1992). V případě dosažení teplot kolem 47 °C byl popsán nárůst hodnot F_o . Tato hodnota ukazuje na nenávratné poškození fotosystému II (DREYER et al. 2001). Měření na lokalitě Cholupický vrch proběhlo v polovině srpna při průměrné teplotě dne cca 25 °C, tato skutečnost kladně ovlivnila výsledek měření, jelikož by při ní nemělo docházet ke zkreslení výsledků.

Údaje o ujímavosti a růstu výsadeb bylo možné díky shodné metodice i shodnému použitému sadebnímu materiálu porovnat s lokalitou lesoparku Vinice v Praze-Běchovicích. Z výsledků, které uvádí LUXA (2021), vyplývá opačný závěr než na lokalitě Cholupický vrch, kterou zabývá tato diplomová práce. V případě lokality v Praze-Běchovicích vykazovali lepší procentuální ujímavost jedinci standardních sazenic, kteří odrůstali s ujímavostí 96 %, zatímco poloodrostky pouze s nižší ujímavostí, která odpovídala 89 %. Na lokalitě Cholupický vrch nebyl procentuální rozdíl v ujímavosti výrazný, přesto je patrný. Ujímavost zde byla 94 % u sazenic a 96 % u poloodrostků. Na obou lokalitách došlo ke sběru dat o výšce jedinců, ze kterých byl stanoven meziroční přírůst vysazené kultury. Při porovnání obou lokalit se potvrzuje výše uvedené. Na lokalitě v Praze-Modřanech se celkově lépe daří většímu sadebnímu materiálu zastoupenému jedinci poloodrostků, na rozdíl od lokality v Praze-Běchovicích, kde lépe vzházejí i odrůstají standardní sazenice. Pokud porovnáme změnu výšky se započtením jedinců se zlomem či zaschnutím terminálního výhonu, pak u standardních sazenic data vykazují rozdíl o 1,2 cm mezi lokalitami. V Praze-Modřanech je průměrná změna výšky +1,9 cm, na lokalitě v Praze-Běchovicích dokonce +2,7 cm. Pokud bychom nezapočítávali jedince s úbytkem výšky, tak budou hodnoty ještě vyšší, konkrétně v Praze-Modřanech +3,8 cm a v Praze-Běchovicích +3,9 cm. U tloušťkových přírůstků samozřejmě k záporným přírůstkům nedocházelo.

Na základě měření z Cholupického vrchu lze říci, že se sazenice jeví v daných podmínkách jako zranitelnější typ sadebního materiálu. Kultury obecně trpí na okus

srnčí zvěří (ŠUSTR 2013), která se může v okolí lokality vyskytovat. Mohlo by tak v případě poškození oplocenky například vyvrácením sesychajících borovic rostoucích v okolí docházet k poškození nebo úhynu podsadeb. U odrostků existuje šance, že z nejzranitelnější dimenze odrostou dříve a lépe využijí životnost ochrany před zvěří.

Na ploše bylo provedeno pouze jednou vyžínání buřeně, před samotným zalesňováním. GALLO et al. (2020) uvádějí, že poloodrostky jsou typ sadebního materiálu, který vykazuje větší výškový přírůst nehledě na to, zda bylo na lokalitě provedeno vyžínání buřeně. Nebyl shledán významný rozdíl mezi přírůsty poloodrostků, u kterých byla odstraněna okolní buřeň a jedinci poloodrostků, kteří byli vystaveni tlaku a konkurenci ze strany silné buřeně po dobu 5 let.

Na základě výsledků pro výškové přírůsty z grafu č. 2 vyšlo, že poloodrostky jsou až 4× větší. Proto lze poloodrostky doporučit při zalesňování i na lokality zamořené buřením. Jak zmiňují GALLO et al. (2020), poloodrostky mohou být použitelné i na lokalitách s relativně nízkými ročními srážkami.

7. Závěr

Diplomová práce se zabývala iniciační prosperitou dvou druhů sadebního materiálu lípy srdčité na demonstračním objektu Lipiny na Cholupickém vrchu v Praze-Modřanech, kde probíhá ukázka přestavby akátového porostu na porost domácích dřevin se zastoupením lípy srdčité.

Terénní šetření na výzkumné lokalitě probíhalo v jarních, letních a podzimních měsících roku 2020. Při jarním sběru byla sbírána dendrometrická data týkající se tloušťek a výšek jednotlivých jedinců lípy srdčité, ta pak byla použita pro porovnávání s obdobnými daty sesbíranými v podzimních měsících po konci vegetační sezóny. V první polovině srpna byla zkoumána vitalita poloodrostků i sazenic pomocí měření obsahu a fluorescence chlorofylu v jejich listovém aparátu. Terénní šetření neprobíhalo na všech jedincích zasazených na výzkumné ploše, ale na vybraném statistickém vzorku, který představoval celkem cca 800 jedinců.

Z výsledků vyplývá, že na zkoumané ploše na Cholupickém vrchu lépe prosperují poloodrostky než sazenice standardní velikosti. Poloodrostky vykazují vyšší procentuální ujímavost, v absolutních hodnotách i vyšší přírůsty. Stejně tak hodnoty obsahu chlorofylu, poukazující v kladném smyslu na celkovou vitalitu nově založené kultury, jsou vyšší u poloodrostků.

Výškové a tloušťkové rozměry sazenic i poloodrostků budou měřeny i v dalších letech a data zachycená jako součást této diplomové práce budou využita i v budoucnu pro srovnávání rychlosti přírůstů.

8. Seznam literárních zdrojů

- BALÁŠ, M., NÁROVCOVÁ, J., NÁROVEC, V., KUNEŠ, I., BURDA, P., MACHOVIČ, I., MARTINŮ (2018). V. Postupy pro zalesňování degradovaných a rekultivovaných stanovišť s využitím poloodrostků a odrostků nové generace: certifikovaná metodika. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-144-4.
- BURDA, P., & NÁROVCOVÁ, J. (2009). Ověřování technologie pěstování poloodrostků a odrostků v lesních školkách. Zprávy lesnického výzkumu, 54(2), 92–98.
- BURDA, P., NÁROVCOVÁ, J., NÁROVEC, V., KUNEŠ, I., BALÁŠ, M., MACHOVIČ, I. (2015) Technologie pěstování listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách: certifikovaná metodika. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2015. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-097-3.
- ČSN 48 2115. Sadební materiál lesních dřevin. [Forest reproductive material]. Úplná revize normy. Zprac. A. Jurásek, O. Mauer, J. Nárovcová, V. Nárovec. Praha, ÚNMZ 2012. 24 s.
- DE JAEGERE T., HEIN S., CLAESSENS H. (2016) A Review of the Characteristics of Small-Leaved Lime (*Tilia cordata* Mill.) and Their Implications for Silviculture in a Changing Climate. *Forests* 7:1–21. doi:10.3390/f7030056
- DREYER E., ROUX X., LE MONTPIED P., DAUDET F. A., MASSON F. A. (2001). Temperature response of leaf photosynthetic capacity in seedlings from seven temperate tree species. *Tree Physiology*, 21:223-232.
- FRANTÍK D. (2020): Historie pražských lesů. *Pražská evoluce – magazín o ekovýchově v Praze*. 2020 (1): 10–13
- GALLO J., BALÁŠ M., LINDA R., KUNEŠ I. (2020) The effects of planting stock size and weeding on survival and growth of small-leaved lime under drought-heat stress in the Czech Republic. *Austrian J For Sci* 137 (1):43–66

- HUNER N. P. A., OQUIST G., SUNDBLAD L. G. (1992). Low measuring temperature induced artifactual increase in chlorophyll a fluorescence. *Plant Physiology*, 98: 749 – 752.
- KOLBEK J., VÍTKOVÁ M., VĚTVIČKA V. (2004): Z historie středoevropských akátin a jejich společenstev. – *Zprávy České Botanické Společnosti, Praha* 39: 287–298
- KŘIVÁNEK M., SÁDLO J., BÍMOVÁ K. (2004): Odstraňování invazních druhů rostlin. – In: *Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000, MŽP, Planeta*, 8:23–27
- KUBÍKOVÁ J., LOŽEK V., ŠPRYŇAR P. (2005) Praha. Praha: Brno: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2005. s. 231. ISBN 80-86305-00-7
- KUNEŠ I., BALÁŠ M. (2020). Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) – jeho množení, pěstování a likvidace. *Zprávy lesnického výzkumu*, 65(1), 11–19.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., GALLO J., PODRÁZSKÝ V. (2020a) Demonstrační objekt Lipiny – ukázka přeměny akátových porostů v pražských lesích. *Lesnická práce*, 99: 10: 642–644(26–28), ISSN 0322-9254.
- KUNEŠ, I., BALÁŠ, M., PODRÁZSKÝ, V. (2020b) S trnovníkem akátem je potřeba umět bezpečně zacházet. *Lesnická práce*, 99: 12: 779–781(19–21), ISSN 0322-9254.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., GALLO J., ŠULITKA M., SURaweera CH. (2019) Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) a jeho role ve středoevropském a českém prostoru: review Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) a jeho role ve středoevropském a českém prostoru: review. [Black locust (*Robinia pseudoacacia*) and its role in Central Europe and Czech Republic: review]. *Zprávy lesnického výzkumu* 64 (4):181–190
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., GALLO J., ŠULITKA M., SURaweera CH. (2020c) Trnovník akát má řadu nežádoucích, ale i přínosných vlastností. *Lesnická práce*, 99: 11: 712–714(24–26), ISSN 0322-9254.
- LINDA R., ZÁDRAPOVÁ D., KŘÍŽOVÁ K., KUNEŠ I. (2019) Měření obsahu a fluorescence chlorofylu v listech sadebního materiálu vybraných dřevin pomocí

- přenosných přístrojů: identifikace fyziologického stresu sadebního materiálu lesních dřevin: certifikovaná metodika. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2019. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-172-7.
- LUXA P. (2021) Prosperita výsadeb lípy na specifickém stanovišti lesoparku Vinice v Praze. Diplomová práce. Praha. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů, 53 s.
- MAUER, O., (2009) Zakládání lesů I – učební text. MZLU Brno, 172 s. [elektronická verze].
- MAXWELL K., JOHNSON G. N. (2000) Chlorophyll fluorescence – a practical guide. *Journal of Experimental Botany* 51:659–668.
- MLÍKOVSKÝ J., STÝBLO P. (2006): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky, ÚVR ČSOP, Praha, s. 164–165, ISBN 80-86770-17-6
- MÖLLEROVÁ J. (2014) Po kom se jmenuje trnovník akát. *Lesnická práce*, 02.2014, 93: 2, (38–39). ISSN 0322-9254
- MUSIL I., MÖLLEROVÁ J. (2005a) LISTNATÉ DŘEVINY (2). Přehled dřevin v rámci systému rostlin krytosemenných (Lesnická dendrologie 2/1). Praha: Česká zemědělská univerzita, 165 s.: 73-74, ISBN 80-213-1367-6.
- MUSIL I., MÖLLEROVÁ J. (2005b) LISTNATÉ DŘEVINY (2). Přehled dřevin v rámci systému rostlin krytosemenných (Lesnická dendrologie 2/2). Praha: Česká zemědělská univerzita, 165 s.: 124, ISBN 80-213-1367-6.
- MZe (2020) Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2019. Ministerstvo zemědělství: 126 s.
- NOVOTNÝ P., BURIÁNEK V., BENEDÍKOVÁ M. (2008). Výsledky fenotypového šetření v porostech domácích druhů lípy (*Tilia* ssp.). *Zprávy lesnického výzkumu*, 53(4), 273–284.
- POKORNÝ J. (2003). *Stromy*. 2. české vyd. Ilustroval Vlasta MATOUŠOVÁ, ilustroval Milena KONEČNÁ. Praha: Aventinum, 2003. Krystal (Aventinum). 223 s., ISBN 80-7151-147-1.

- RADOGLU K., SPYROLOU G., DOBROWOLSKA D., NICOLESCU VN. (2009)
A review on the ecology and silviculture of limes: (*Tilia cordata* Mill., *Tilia platyphyllos* Scop, and *Tilia tomentosa* Moench.) in Europe. *Bodenkultur* 3 (3):9–20
- SPOHN M. (2015) *Stromy: nový průvodce přírodou*. Vyd. 2. Přeložil Helena KHOLOVÁ. Praha: Knižní klub, 2015. *Nový průvodce přírodou*. 256 s., ISBN 978-80-242-4720-5.
- STATISTICA – Statistická analýza dat [online] Dostupné z: <http://statistica.pro/> [cit. 5.4.2021]
- ŠIMICE J. (2005) Akát – nejen palivo. *Lesnická práce*. 84: 6, (36). ISSN 0322-9254.
- ŠUSTR, P. (2013) *Jelenovití na Šumavě*. Vimperk: Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava, 2013. ISBN isbn978-80-87257-18-0.
- TRYLČ L. (2007): Sukcesní změny po odstranění akátu a zhodnocení managementu na vybraných lokalitách v Praze. Diplomová práce. Praha, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Ústav pro životní prostředí: 56 s.
- VACEK S., MOUCHA P., BÍLEK L. (2012) *Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 896 s., ISBN 978-80-7212-588-3.
- VEVERKOVÁ Z. (2009): *Boj s akátem*. České Budějovice, Daphne, Institut aplikované ekologie: 8 s.
- VÍTKOVÁ M. (2011): Péče o akátové porosty. *Ochrana přírody ročník 2011* (6): 7–12
- VÍTKOVÁ M. (2014): Management akátových porostů. *Životné prostredie*, 14 (2): 81–87.
- VÍTKOVÁ M., KOLBEK J., SÁDLO J., HÄRTEL H. (2003): Akátiny. – In: Kolbek J. et al., *Vegetace Chráněné krajinné oblasti a Biosférické rezervace Křivoklátsko*. 3. Společenstva lesů, křovin, pramenišť, balvanišť a acidofilních lemů. Academia, Praha, p. 264–284.

- VÍTKOVÁ M., MÜLLEROVÁ J., SÁDLO J., PERGL J., PYŠEK P. (2017) Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. *For Ecol Manag* 384: 287–302. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.057>
- VÍTKOVÁ M., SÁDLO J. (2018): Akát jako příklad uplatnění diferencovaného managementu. *Živa: časopis přírodnický*. 1853-1914. Praha: Matice česká při Museu Království českého, 18.10.2018, 66 (104) (5), 238-241. ISSN 0044-4812.
- VÍTKOVÁ M., TONIKA J., VÍTEK O. (2004): Stanovištní charakteristika akátových porostů na území Čech. – *Zpr. Čes. Bot. Společ.*, 39: 139–153.
- ZÁKON č. 114/1992 Sb., ze dne 19. února 1992, o ochraně přírody a krajiny
- ZÁKON č. 289/1995 Sb., ze dne 3. listopadu 1995 o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon)
- ZEIDLER, A. (2012). Lexikon dřeva. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. 61 s.

9. Přílohy

9.1 Seznam příloh na CD

9.1.1 Naměřené dendrometrické veličiny

9.1.2 Obsah (koncentrace) a fluorescence chlorofylu