

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**  
**LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA**  
**ÚSTAV GEOLOGIE A PEDOLOGIE**

Vyhodnocení vlivu hnojiv řady Silvamix, vápnitého dolomitu  
a organominerálního stimulačního přípravku na podporu odrůstání  
smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karsten)

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

2015/2016

Tomáš Češek





## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce: Tomáš Češek  
Studijní program: Lesnictví  
Obor: Arboristika

Vedoucí práce: Ing. Jan Pecháček, Ph.D.

Název práce: **Vyhodnocení vlivu hnojiv řady Silvamix, vápnatého dolomitu a organominerálního stimulačního přípravku na podporu odrůstání smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karsten)**

Zásady pro vypracování:

1. Terénní práce: měření morfologických charakteristik u přihnojených sazenic, vyzvednutí dostatečného množství vzorníkových jedinců a jejich příprava na laboratorní zpracování.
2. Laboratorní práce: měření morfologických charakteristik u vzorníkových jedinců z příslušných variant, zejména se zaměřit na parametry množství nadzemní a podzemní biomasy.
3. Prostudování literárních pramenů, souvisejících s řešenou problematikou, zpracování literárního přehledu se zaměřením na následující témata:
  - a) půda jako přírodní útvar, který umožňuje růst rostlin
  - b) urbanní půdy a jejich specifické vlastnosti
  - c) hnojiva běžně používaná pro zvýšení půdní úrodnosti
  - d) hnojení jako součást péče o výsadby dřevin
4. Zpracování dat získaných z laboratorního šetření za využití odpovídajících statistických metod, vytvoření tabulek a grafů pro dokumentaci a zobrazení ověřovaných nulových hypotéz, následné zpracování výsledkové části bakalářské práce, která bude zaměřena na vyhodnocení vlivu aplikovaných přípravků na vybrané morfologické charakteristiky a posouzení jejich významu pro podporu odrůstání výsadby v městském prostředí.
5. Zpracování získaných poznatků, zjištění a informací ve formě příslušné kvalifikační práce, která po formální stránce splňuje kriteria, kladené směrnicí děkana č.2/2007., v členění: Úvod, Literární přehled, Metodika, Výsledky, Diskuse, Závěr. V diskusi se zaměřit na porovnání závěrů vlastního šetření s výsledky ostatních autorů, kteří se zabývali obdobnou problematikou. V závěru pak souhrnně vyhodnotit účinky testovaných hnojivových přípravků a teoreticky odvodit jejich potenciál pro využití v arboristice.

Rozsah práce: 30 str.

Literatura:

1. *OPTIMALIZACE INTAKTNÍHO PŮDNÍHO PROSTŘEDÍ HORSKÝCH POLOH (7- 8. LVS) BODOVOU TECHNOLOGIÍ A VYBRANÝMI TABLETOVANÝMI HNOJIVY PŘI OBNOVĚ LESA V OBLASTI HRUBÝ JESENÍK PLO* 27. Disertační práce. Brno: MENDELU Brno, 2013. 2010.
2. NĚMEČEK, J. a kol. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. 2. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2011. 94 s. ISBN 978-80-213-2155-7.
3. HAUPTMAN, I. -- KUKAL, Z. a kol. *Půda v České republice*. Praha: Pro Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství vydal Consult, 2009. 255 s. ISBN 978-80-903482-4-0.
4. ŠIMEK, M. *Základy nauky o půdě. : Neživé složky půdy . 1. 2. vyd.* České Budějovice: Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, 2005. 158 s. ISBN 80-7040-747-6.
5. KUNEŠ, I., BALCAR, V., VYKYPĚLOVÁ, E., ZADINA, J., ŠEDLBAUEROVÁ, J., ZAHRADNÍK, D., 2007. Vliv jamkové a pomísné povrchové aplikace dolomitického vápence na množství a chemické složení biomasy smrku ztepilého v Jizerských horách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 52: 316–327.
6. Kuneš, I., Zahradník, D., Balcar, V., Špulák, O., Baláš, M., Koňasová, T., Kacálek, D., Vítámvás, J., Jančová, A., Nováková, O., Millerová, K., 2013. Effects of fertilisation on biomass of Norway spruce on a harsh mountain site. *Journal of Forest Science*, 1:8-21.
7. Nárovcová, J., Jurásek, A., 2007. Vliv intenzity hnojení na růst krytokořenných semenáčků buku lesního. *Zprávy z lesnického výzkumu*, 4:298-301.
8. NÁROVEC, V., 2004. Hnojivé tablety v soustavách hnojení lesních kultur. *Lesnická práce*, 3: 128–129.
9. VAVŘÍČEK, D. – PECHÁČEK, J. – BALÁŽ, G. Vliv hnojení na výživu a růst smrku ztepilého (*Picea abies* /L./Karsten) na lokalitě Špičák v oblasti Krušných hor. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2011. sv. 56, č. 2, s. 130–136. ISSN 0322-9688.

Datum zadání: listopad 2013

Datum odevzdání: duben 2015

**Tomáš Češek**  
Autor práce

**Ing. Jan Pecháček, Ph.D.**  
Vedoucí práce

**prof. Ing. Klement Rejšek, CSc.**  
Vedoucí ústavu

**prof. Dr. Ing. Petr Horáček**  
Děkan LDF MENDELU

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem práci na téma: Vyhodnocení vlivu hnojiv řady Silvamix, vápnatého dolomitu a organominerálního stimulačního přípravku na podporu odrůstání smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karsten) zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne 2. května 2016

.....  
Tomáš Češek

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád vyjádřil poděkování Ing. Janu Pecháčkovi Ph.D. za jeho cenné rady, konzultace, zkušenosti, náměty a vedení, čímž mi významně pomohl ve zpracování zadaného tématu této bakalářské práce. Mé poděkování patří rovněž Ing. Petrovi Dundekovi za odborné vedení, trpělivost a ochotu při měření v laboratoři ÚGP Lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Dále bych chtěl tímto poděkovat personálu ústavu Geologie a Pedologie za poskytnuté rady a vstřícný přístup. Mé poděkování patří rovněž zaměstnancům Školního lesního podniku Křtiny a společnosti Wotan Forest a.s., kteří mi umožnili výzkumné šetření na jejich pozemcích. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům za podporu při zpracování práce.

Tato práce vznikla za podpory projektu TAČR – Technologické agentury České republiky s názvem: Využití nových organominerálních stimulačních přípravků a přirozených organických materiálů k obnově a revitalizaci abioticky i bioticky poškozovaných lesních porostů. Registrační číslo projektu TA02020867.

## Abstrakt

Tomáš Češek

Vyhodnocení vlivu hnojiv řady Silvamix, vápnitého dolomitu a organominerálního stimulačního přípravku na podporu odrůstání smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karsten)

Závěrečná práce pojednává o vlivu aplikovaných přípravků řady Silvamix<sup>®</sup> (Silvamix<sup>®</sup> A + stimulátor, Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor, Silvamix<sup>®</sup> R + stimulátor, Silvamix<sup>®</sup> R), Vápnitého dolomitu a organominerálního přípravku Vermaktiv, s ohledem na výživu smrku ztepilého. Výzkum probíhal v lesní školce Dykova a lesní školce Budišov. V každé lesní školce byly dále rozděleny plochy na jednotlivé hnojivové parcely. Posouzení vlivu aplikovaných přípravků bylo vyhodnoceno po dvou letech od aplikace. Hlavním cílem práce bylo vyhodnotit vliv jednotlivých hnojivových přípravků. Z provedených analýz bylo zpozorováno, že má aplikace hnojivových přípravků pozitivní vliv na výživu, rychlejší růst a mohutnější kořenový systém smrku ztepilého. Nejlepších výsledků bylo dosaženo přípravkem Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor a projevil se také pozitivní účinek přípravku Silvamix<sup>®</sup> R + stimulátor. Efekt každého hnojiva se ovšem liší v závislosti na ekologických podmínkách stanoviště.

**Klíčová slova:** Silvamix<sup>®</sup>, smrk ztepilý, hnojivo, půda, sazenice, Vermaktiv, varianta, přípravek, hnojení, dřevina, lesní školka Dykova, lesní školka Budišov, Vápnitý dolomit

## **Abstract**

**Tomáš Češek**

Evaluation of the impact of fertilizers series Sylvamix, dolomitic limestone and organo-stimulatory product to promote re-growth spruce (*Picea abies* Karsten /L./)

The final work discusses the influence of the applied treatment of the series Sylvamix<sup>®</sup> (Sylvamix<sup>®</sup> A + stimulator, Sylvamix<sup>®</sup> F + stimulator, Sylvamix<sup>®</sup> R + stimulator, Sylvamix<sup>®</sup> R), dolomitic limestone and organo-stimulatory product Vermaktiv, with regard to the nutrition of spruce (*Picea abies* /L./ Karsten). The research was conducted in forest nursery named Dykova and forest nursery named Budišov. In each forest nursery were further divided surfaces into individual fertiliser allotments. Assessment of the influence of the applied preparations was evaluated after two years from application. The main objective of this work was to evaluate the effect of individual fertiliser preparation. The analyses carried out it has been observed that the application fertiliser product has a positive effect on nutrition, faster growth and mightier root system of spruce. Top results were obtained product Sylvamix<sup>®</sup> F + stimulator and showed also a positive effect of Sylvamix<sup>®</sup> R + stimulator. The effect of each fertilizer varies depending on ecological site conditions habitat.

### **Key words:**

Sylvamix<sup>®</sup>, spruce (*Picea abies*), fertilizer, soil, seedlings, Vermaktiv, variant, preparation, fertilizing, woody plant, forest nursery named Dykova, forest nursery named Budisov, dolomitic limestone



## Obsah

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1      | Úvod .....   | 12 |
| 2      | Cíl práce.....   | 14 |
| 3      | Literární přehled .....  | 15 |
| 3.1    | Definice půdy .....  | 15 |
| 3.2    | Ekologické funkce půdy.....                                      | 16 |
| 3.3    | Půda a rostliny.....   | 16 |
| 3.4    | Urbanní půdy.....  | 16 |
| 3.4.1  | Klasifikace antropogenních půd .....                             | 17 |
| 3.5    | Brownfields .....  | 18 |
| 3.6    | Specifické vlastnosti antropogenních půd.....                    | 18 |
| 3.6.1  | Kontaminace .....  | 18 |
| 3.6.2  | Acidifikace půdy.....  | 18 |
| 3.6.3  | Dehumifikace.....  | 19 |
| 3.6.4  | Utuzení půdy a destrukce půdní struktury .....                   | 19 |
| 3.7    | Definice hnojení .....   | 20 |
| 3.8    | Typy hnojiv .....  | 20 |
| 3.9    | Účel hnojení .....   | 21 |
| 3.10   | Hnojiva Silvamix .....   | 21 |
| 3.11   | Mletý vápenec .....  | 22 |
| 3.12   | Zásady správné aplikace hnojiv .....                             | 24 |
| 3.13   | Výživa dřevin .....  | 25 |
| 3.13.1 | Koloběh organických látek v půdě .....                           | 26 |
| 3.13.2 | Základní aspekty koloběhu živin .....                            | 26 |
| 4      | Metodika.....  | 27 |
| 4.1    | Výběr a strukturní charakteristika šetřených lokalit .....       | 27 |
| 4.2    | Přírodní lesní oblasti .....                                     | 28 |
| 4.3    | Lokace lesních školek .....                                      | 29 |
| 4.4    | Metodika terénních prací.....                                    | 30 |
| 4.5    | Aplikace hnojiv a organominerálních stimulačních přípravků ..... | 30 |
| 4.6    | Termíny aplikace přípravků .....                                 | 32 |
| 4.7    | Měření morfologických charakteristik.....                        | 32 |
| 4.8    | Metodika laboratorních prací .....                               | 33 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.8.1 | Popis měřených parametrů.....                        | 34 |
| 4.9   | Statistická analýza dat .....                        | 34 |
| 5     | Výsledky.....  | 35 |
| 5.1   | Dykova školka.....                                   | 35 |
| 5.1.1 | Reprezentativní výběr z LŠ Dykova .....              | 47 |
| 5.2   | Lesní školka Budišov .....                           | 48 |
| 5.2.1 | Reprezentativní výběr z LŠ Budišov .....             | 60 |
| 5.3   | Vliv hnojivových přípravků na váhu 100 jehlic.....   | 61 |
| 5.3.1 | Dykova školka .....                                  | 61 |
| 5.3.2 | Školka Budišov .....                                 | 62 |
| 5.4   | Vliv hnojivových přípravků na zdravotní stav .....   | 63 |
| 5.4.1 | Dykova školka .....                                  | 63 |
| 5.4.2 | Školka Budišov .....                                 | 64 |
| 5.5   | Vliv hnojivových přípravků na vrcholový přírůst..... | 65 |
| 5.5.1 | Dykova školka .....                                  | 65 |
| 5.5.2 | Školka Budišov .....                                 | 66 |
| 6     | Diskuse .....  | 67 |
| 7     | Závěr.....   | 70 |
| 8     | Summary.....   | 72 |
| 9     | Použitá literatura.....                              | 73 |
| 10    | Seznam tabulek .....                                 | 76 |
| 11    | Seznam obrázků.....                                  | 78 |
| 12    | Seznam map.....                                      | 79 |

## Seznam použitých zkratek

|          |                        |
|----------|------------------------|
| LŠ       | lesní školka           |
| LVS      | lesní vegetační stupeň |
| PLO      | přírodní lesní oblast  |
| g        | gram                   |
| mm       | milimetr               |
| cm       | centimetr              |
| m. n. m. | metrů nad mořem        |
| ha       | hektar                 |
| m        | metr                   |
| km       | kilometr               |

# 1 Úvod

Půdy patří k hlavním složkám lesních ekosystémů. Jejich stav a vývoj určuje do značné míry dynamiku ostatních složek, ať se již jedná o přízemní vegetaci, půdní biotu nebo vlastní složku porostní – lesní dřeviny a jejich společenstva (Borůvka a kol. 2005, Vacek a kol. 1999, 2003a). Naopak, změny v lesních ekosystémech, zejména antropogenní, vyvolávají výrazné posuny v charakteru lesních půd, vedoucí v některých případech až k jejich degradaci (Podrázský 2006).

Nejvíce zastoupenou dřevinou, která kryje lesní půdy České republiky je smrk ztepilý (*Picea abies* /L./ Karsten). Jedná se o naši nejvýznamnější dřevinu z ekonomického i ekologického hlediska. Jeho rozšíření sahá od Sibíře přes severovýchodní a severní Evropu. Zejména v posledních dvou stoletích byl intenzivně uměle vysazován i ve střední Evropě, kde vytlačil řadu původních dřevin (Schubert a kol. 2001). Smrk ztepilý je světlomilná dřevina s relativně mělkou povrchovou kořenovou soustavou. Je značně náročný na půdní vlhkost a vyžaduje i vyšší relativní vlhkost vzduchu. Nedostatek vláhy je limitujícím faktorem jeho dobrého růstu. Snese i nadbytečnou vlhkost rašeliníšť (Úradníček a kol. 2009). Na chudých křemičitých půdách a kyselých rašelinách roste špatně, protože nesnáší nedostatečně provzdušněné půdy (Chmelař 1980). Smrkové porosty byly v průběhu minulého století stále více poškozovány biotickými i abiotickými vlivy, zatímco se ukázalo, že smíšené porosty odolávají nepříznivým vlivům lépe. Proto se cílem výzkumu posledních let stává biodiverzita lesních porostů, její vliv a ekologické důsledky na životní prostředí (Kulhavý 2005).

V souvislosti se zlepšováním biodiverzity je rovněž důležité hnojení. Jedná se o často používané nápravné opatření při obnově a revitalizaci lesních porostů v imisních oblastech, často se aplikuje k odstranění nerovnováhy ve výživě (Evers, Huttel 1990). Toto opatření může urychlit růst a vývoj kultur na nepříznivých stanovištích. Dochází tak ke zkrácení doby, po kterou je nutno o kultury intenzivně pečovat (vyžínání buřeně, oplocení, vylepšování). Hnojení také přispívá k redukci mortality na ohrožených stanovištích (Remeš a kol. 2004). Příznivý vliv chemické meliorace za využití pomalu rozpustných hnojiv dokládá řada studií (Remeš a kol. 2005; Huttel 1997). V půdním prostředí s vysokou hodnotou maximální absorpční kapacity, může aplikace hnojivových tablet řady Silvamix<sup>®</sup> výrazně zajistit růst a vývoj smrkové plantáže

(Vavříček, Pecháček, Baláž, 2011). Nejčastěji se používají tzv. pomalu rozpustná hnojiva, u kterých lze očekávat nejen ovlivnění parametrů sadebního materiálu v průběhu pěstování v lesní školce, ale také při růstu a vývoji rostlin po výsadbě na trvalá stanoviště (Nárovcová, Jurásek, 2007).

Hlavním cílem této práce bylo vyhodnotit vliv jednotlivých hnojivových přípravků, jak na nadzemní, tak na podzemní biomasu smrku ztepilého. Jednalo se o výšku nadzemní části sazenic, průměr kořenového krčku, hmotnost jehličí, hmotnost nadzemní dřevní části, hmotnost kořenů do 1 mm, hmotnost kořenů větších 1 mm, poměr dřeva a jehličí, poměr kořenů menších 1 mm a větších 1 mm, nadzemní část celkem, podzemní část celkem, poměr nadzemní a podzemní části a hmotnost celkové biomasy.

## **2 Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit vliv pomalu rozpustných práškových hnojiv řady Silvamix<sup>®</sup>, organominerálního stimulačního přípravku Vermaktiv Stimul a Vápnitého dolomitu na dvouletých sazenicích smrku ztepilého, který byl pěstován na volných záhonech dvou lesních školek. Dále pak vyhodnotit celkový účinek jednotlivých hnojivových variant na nadzemní, podzemní zdřevnatělé části rostliny a také vyvodit potenciál použitých hnojiv pro využití v oboru arboristika.

## 3 Literární přehled

### 3.1 Definice půdy

Půda je nejsvrchnější částí zemské kůry, tvořená směsí minerálních součástí, odumřelé organické hmoty a živých organismů. Je vertikálně členěná, propojená se svým podložím a vzniká ze zvětralin nebo nezpevněných minerálních a organických sedimentů (Hauptman a kol., 2009).

Podle Šimka (2005) je půda přírodní útvar umožňující růst rostlin. Jiná definice tvrdí, že půda je dynamický přírodní útvar tvořený minerálním a organickým materiálem a živými organismy, ve kterém rostou rostliny. Půda je také definována jako přírodní útvar, který vzniká a vyvíjí se z povrchových zvětralin zemské kůry a zbytků organismů působením půdotvorných faktorů a je schopný zajišťovat životní podmínky organismům, které v něm žijí. Půda se také označuje jako svrchní část litosféry, do které zasahují půdotvorné procesy. Dle jiného konceptu je půda pórovitá a jemně strukturované médium organominerálního složení a původu. Půdy zabírají celkově 67% kontinentů. Půda vzniká a vyvíjí se po velmi dlouhou dobu zvětráváním hornin a minerálů fyzikálními a chemickými pochody při postupně vzrůstající účasti organismů a biologických procesů. Vznik a vývoj půdy je doprovázen přemísťováním částic, proměnami minerálů a změnami v obsahu a kvalitě organických látek.

Půda je dále definována jako útvar, který je výsledkem rozpadu matečného materiálu a rozličných přeměn, probíhajících pod vlivem různě kombinovaných atmosférických, biologických a mechanických faktorů v průběhu času. Jde o komplexní a dynamické prostředí, které vzniká pod vlivem externích faktorů (hydrosféra, atmosféra, biosféra) a interních faktorů (vlastní půdotvorné procesy). Půdu lze také popsat jako soubor horizontů v přírodním útvaru, který se vyvinul z povrchových zvětralin zemské kůry a organických zbytků. Jednotlivé složky (minerální podíl, voda, půdní vzduch, organické látky – živé i mrtvé organismy) se vyskytují v různých poměrech, což podmiňuje pestré třídění a zastoupení půd. Půda vzniká a vyvíjí se vzájemným působením půdotvorných činitelů v půdotvorném prostředí během určitého času (Vavříček, Kučera, 2014). Je jednou ze základních složek ekosystému jako součást tzv. geobiocenózy (Buček 1999).

### 3.2 Ekologické funkce půdy

Hauptman (2009) popisuje ekologickou funkci půdy, která umožňuje přichycení či zakotvení rostlin, je zásobárnou vody a minerálních látek. Rozmanitost půd je podmíněna dle toho na jakém podloží a v jakých dalších půdotvorných podmínkách půda vzniká. Pedodiverzita i v rámci jednoho typu prostředí zákonitě podmiňuje rozmanitost biotopů a tím zákonitě i biodiverzitu a rozmanitost celého krajinného rázu.

### 3.3 Půda a rostliny

Organické látky jsou jedním z podstatných vstupů pro zajištění výživy rostlin, neboť se podílejí na sorpci živin, které jsou nepostradatelné pro jejich zdárný růst. Šimek (2005) definuje půdu jako celek, vzájemnou souhru minerálních a organických látek, půdní vody, půdního vzduchu a půdních organismů, vytváří optimální podmínky pro růst rostlin a dlouhodobý vývoj vegetace.

Půda svojí texturou a strukturou i díky dalším vlastnostem umožňuje růst kořenů, čímž rostliny mechanicky fixuje. Půda prostřednictvím svých organismů a biologických, chemických a fyzikálních procesů umožňuje mineralizaci organických látek i zvětrávání anorganických látek a tím uvolňování živin z forem nedostupných, v nichž se naprostá většina prvků v půdě nachází. Rozpouštěním v půdní vodě se živiny v roztoku zpřístupňují pro kořeny rostlin. Prostřednictvím půdního vzduchu a jeho interakcí s atmosférickým vzduchem se umožňuje respirace kořenů, bez níž by kořeny nemohly přijímat a metabolizovat živiny. Půdní roztok je zdrojem vody pro rostlinnou evapotranspiraci. Rostliny naopak v půdě zanechávají větší či menší část vytvořené biomasy a tím se doplňuje zásoba půdní organické hmoty. Je tedy zřejmé, že půda s rostlinami či rostliny s půdou tvoří systém fungující zdánlivě samočinně, bezproblémově a jednoduše (Šimek 2005).

### 3.4 Urbanní půdy

Podle Hraška a kol (1991) jsou tyto půdy definovány jako půdy, ve kterých nejsou žádné pozůstatky přirozených přírodních genetických horizontů. Půdy jsou přetvořené pozitivní a negativní antropickou činností. Kromě půd na antropogenních substrátech (navážky, haldy) se za antropogenní půdy považují železniční násypy, skládky průmyslových odpadů, betonové a asfaltové cesty, budovy, zastavěné plochy a další.



### 3.4.1 **Klasifikace antropogenních půd**

Dle taxonomického klasifikačního systému půd Němeček (2011) jsou vyčleněny dva typy antropogenních půd: kultizem a antropozem, každý se svými subtypy.

#### 3.4.1.1 Kultizem

Kultizemě jsou půdy vzniklé kultivační činností člověka. Svým vlivem přesahuje vytvoření ornice a běžné zlepšování jejích vlastností minerálním a organickým hnojením, zpracováním půdy. Dále se jedná o půdy, u kterých meliorační zásahy přesahují vliv úprav vodního režimu odvodněním, drenáží či závlahou. Výrazné úpravy půdy běžnými agrotechnickými a melioračními zákroky se hodnotí na úrovni antropických subtypů půd. Kultizemě vznikají při mimořádném zapravování zúrodnovacích materiálů do ornice, dále pak hloubkovým kypřením, rigolováním, zapravením izolačních fólií a podobně.

**Tento typ má tři subtypy:**

hortická (zkratka ho), kypřená (ky), rigolovaná (ri)

#### 3.4.1.2 Antropozem

Antropozem je půda vytvářená z nakupených substrátů získaných při těžební a stavební činnosti. Charakter půd je dán jednak vlastnostmi původního materiálu, jednak antropogenním vrstvením či mísením materiálu, dále pak usměrněním procesu pedogeneze po rekultivacích sledujících úpravy půdních vlastností pro zemědělské, lesnické a rekreační využití. Pouhé navrstvení materiálu vytváří pouze antropické substráty (haldy, výsypky, depote). Specifické podmínky se mohou vytvářet po rekultivaci skládek odpadů.

**Tento typ má tyto subtypy:**

humózní (h), hlubokohumózní (hh), překrytá (pk), spolická (sp), terasovaná (te), urbická (u), redukováná (re), kontaminovaná (ko), intoxikovaná (in), oglejená (g), glejová (q), pelická (p), arenická (r), sulfidická (su), skeletovitá (sk)

(Němeček a kol., 2011)

### 3.5 **Brownfields**

Tímto termínem se označují nevyužité a degradované plochy, na nichž již nejsou původní výrobní, dopravní nebo jiné aktivity, případně jsou silně potlačeny. Důležité je, aby mohly být nově využity, což by mělo odpovídat jejich umístění v urbanizovaných krajinách. Výskyty brownfields jsou odrazem ekonomických a společenských změn. Termín brownfields se spíše uplatňuje jako pracovní název. Často se nahrazuje několikáslovnými českými ekvivalenty podle toho, o jaký typ znečištěného území se jedná. Jde zejména o opuštěné, bývalé, nevyužité či pochybně využívané a zastaralé průmyslové objekty, zóny, území, lokality, staré areály, plochy využívané v minulosti, pozemky, na kterých skončila původní výrobní nebo jiná činnost, ekologicky poškozené lokality, ekonomicky podvyužitá území a zanedbané pozemky (Hauptman a kol., 2009).

### 3.6 **Specifické vlastnosti antropogenních půd**

#### 3.6.1 **Kontaminace**

Půda je součástí životního prostředí člověka a obecně všech živých systémů. Kontaminovaná půda ve městech se může stát zdrojem škodlivých látek působících na zdravotní stav obyvatelstva.

Lidským organismem jsou půdní částice přijímány ve formě kontaminovaného prachu a půdy z chodníků, vozovek, dále z půdy ze zahrádek, zemědělské půdy, ze starých ekologických zátěží a z míst pro rekreační a sportovní účely. Studie zabývající se vazbou mezi kontaminací půdy a zdravotními riziky prokazují, že především děti v předškolním věku přijímají do svého organismu nikoliv záměrně řadu cizorodých látek. V převážné většině případů se kontaminovaná půda a kontaminovaný prach s toxickými kovy a dalšími organickými škodlivinami dostávají do organismu dětí zažívací cestou (Hauptman a kol., 2009).

#### 3.6.2 **Acidifikace půdy**

Podle Hrušky (2005) se při hodnocení acidifikace lesních půd jeví jako velmi významné rozlišovat jednotlivé procesy přirozené a antropogenní acidifikace a jejich podíl na výsledných změnách stavu půd.

V přírodních podmínkách, ve kterých se nacházejí lesy ve střední Evropě, dochází k přirozené acidifikaci půd. Tento proces je důsledkem tvorby organických kyselin, ke kterému dochází v lesních půdách při rozkladu organických látek, zejména opadu a povrchového humusu. Vznikající organické kyseliny na sebe poutají bazické kationty, tedy ionty vápníku, hořčíku a draslíku, které jsou v půdách velmi mobilní a aktivně se účastní procesu neutralizace organických kyselin. Vzniklé sloučeniny a soli organických kyselin jsou v podmínkách přebytku srážek vyplavovány z půdy, čímž dochází k jejímu okyselení.

Proces přirozené acidifikace je umocněn acidifikací v důsledku antropogenní činnosti. Do této skupiny patří kyselá depozice, ale také nevhodné způsoby obhospodařování lesů, zejména pěstování jehličnatých monokultur. Při růstu lesních porostů, zejména jehličnatých, dochází k hromadění bazických kationtů v biomase, což vyvolává odpovídající zátěž půdy ionty vodíku  $H^+$ .

### 3.6.3 Dehumifikace

Organickou hmotu v půdě představuje primární organická hmota, tvořená nerozloženými organickými zbytky a organickou hmotou v různém stádiu rozkladu a dále vlastní humusové látky (Hauptman a kol., 2009).

### 3.6.4 Utužení půdy a destrukce půdní struktury

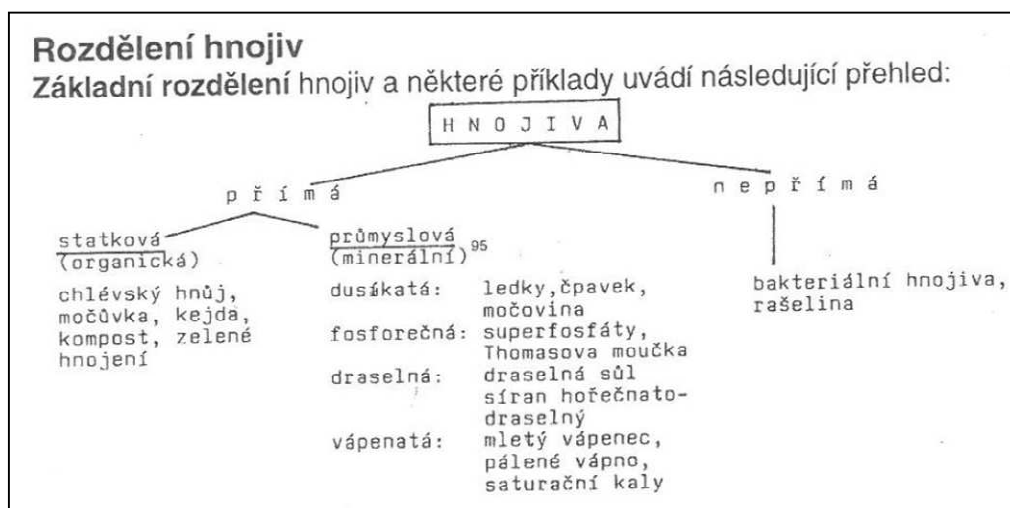
Pomineme-li procesy přirozené, vedoucí ke genetickému zhutnění půd, které je dáno povahou půdotvorného substrátu, vlastnostmi sorpčního komplexu, reakcí a strukturou půdy a půdotvorným procesem (Zlatuška 2001), týká se ochrana půdy před nadměrnou pedokompakcí procesů technogenního zhutnění. Utužení půdy neboli pedokompakce je negativní proces, který vede ke zhoršení fyzikálního stavu půd. S tím souvisí i následné zhoršení dalších půdních vlastností (redukce mikrobiální činnosti a výskytu půdního edafonu). Postiženy bývají orniční vrstva a podorniční u orných půd, případně drnový horizont a následné horizonty u travních porostů. U orných půd je hlavní příčinou zvýšeného utužení ponejvíce přejezd těžkých mechanismů, na travních plochách to může být i intenzivní pastva (Hauptman a kol., 2009).

### 3.7 Definice hnojení

Podle Nárovce (2001) se jedná se o cílevědomou činnost, při které jsou do živného prostředí rostlin na daném stanovišti dodávány hnojivé látky. V lesnickém pojetí hnojením upravujeme především zásobu živin v půdě a je nedílnou součástí souboru dalších lesopěstebních opatření na lesních pozemcích. Pro jednotlivé porosty jsou zásadně individuální cíle i způsoby vlastní realizace hnojení lesů. Zásadou je, aby pro každý případ hnojení byl zpracován vlastní projekt hnojení. V lesním hospodářství lze hnojení dělit dle způsobu aplikace a stáří porostu. Hnojení je často používané nápravné opatření při obnově a revitalizaci lesních porostů v imisních oblastech, často se aplikuje k odstranění nerovnováhy ve výživě (Evers, Huttel 1990). Jedná se o opatření, které může urychlit růst a vývoj kultur na nepříznivých stanovištích. Hnojení také přispívá k redukci mortality na ohrožených stanovištích (Remeš a kol. 2004).

### 3.8 Typy hnojiv

Podle Kincla (2000) hnojiva rozdělujeme na přímá a nepřímá. Do přímých hnojiv řadíme organická a minerální hnojiva. Naopak do nepřímých hnojiv připadají bakteriální hnojiva a rašelina. V této práci je věnována pozornost minerálním hnojivům, konkrétně pomalu rozpustným práškovým, Vápnitému dolomitu a Vermaktivu.



Obr. 1: rozdělení hnojiv dle Materny (1963)

### 3.9 Účel hnojení

Od počátků znalostí o důležitosti výživy lesních dřevin byla cílem obnova poškozených míst a především zlepšení extrémních půd. V nejchudších oblastech například v severním Německu, byly použity různé prostředky ke zvýšení produktivity a stability lesního prostředí. V České republice zlepšení hrálo důležitou roli obnovováním znehodnocených a zničených lokalit (Lhotský 1987).

Ke zvýšení produktivity ploch bylo použito komerční hnojení na celém světě stejně, jako je to aplikováno s intenzivní praxí na všech kontinentech. Hnojení se stalo součástí pěstování lesa v přesném slova smyslu komerční, průmyslové lesnictví (Binkley 1986).

Podpora růstu a prosperita lesních plantáží na plochách rozlišných znaků byla zamýšleným cílem hnojivových aplikací (Materna 1963, 1986).

Od imisní zátěže je hnojení jedním z hlavních čitelných ošetření pro zlepšení situace, snížení a prevence kyselosti půdy a vyživovací degradace jakož i vyloučení nedostatku živin pro druhy lesních dřevin (Podrázský, Ulbrichová 2003).

### 3.10 Hnojiva Silvamix

Hnojiva Silvamix<sup>®</sup> přísluší do úzce vyhraněné skupiny pozvolna působících hnojiv. Obecně jde o průmyslová hnojiva, u nichž výrobci nejrůznějšími způsoby usilují o zajištění postupného uvolňování živin do výživného prostředí rostlin a o omezení neefektivních ztrát dodaných živin vytěkáním či vymýváním. Vývoj takových hnojiv zpočátku směřoval k uspokojení požadavků zemědělské praxe na diferencované uvolňování zejména dusíku ve vazbě na požadavky jednotlivých polních plodin. Sortiment vyráběných PP-hnojiv postupně nacházel uplatnění i v ostatních oborech rostlinné výroby a později i v lesnictví (Nárovec, Jurásek, 2000).

Hnojiva řady Silvamix<sup>®</sup> jsou podle Vavříček (2015) speciální hnojiva s vysokým obsahem živin. Uvolňují se pozvolna a dlouhodobě po dobu minimálně dvou let nebo i po vegetacích následných. Důsledkem nízké rozpustitelnosti je dobrá využitelnost živin z hnojiv Silvamix<sup>®</sup> a jejich eliminace průniku do povrchových a spodních vod.

Jsou určena k hnojení a dohnojování široké škály kultur i sazenic ve školkách. Vyrábějí se ve formě tablet různých hmotností a v práškové formě. Hnojiva obsahují hlavní živinu - dusík ve formě ureaform. Poskytují zdroj pomalé dusíkaté výživy, což je pro terénní podmínky lesních porostů velmi důležité. Velkou výhodou jsou málo rozpustné podvojně fosforečnany draselnohořečnaté, které zaručují pozvolné uvolňování i dalších základních živin, které představuje fosfor, draslík a hořčík.

Hnojiva neobsahují nežádoucí příměsi ani chloridy. Aplikace je jednoduchá a lokalizovaná. Umožňuje přesné dávkování k rostlině a minimalizuje neproduktivní hnojení půdy mimo dosah kořenového systému.

Ve formě tablet se používá nejméně 4-5 desetigramových tablet ke každé sazenici. V horských oblastech až 8 kusů desetigramových tablet. Nejlépe se uplatnilo tabletované hnojivo, které bylo zapraveno 3-5 centimetrů do půdy v prostoru kořenového balu do místa menší než je průměr obvodu koruny a větší než jeho polovina.

Ve formě práškových hnojiv řady Silvamix<sup>®</sup> jsou velmi vhodná pro hnojení a dohnojování sazenic v lesních školkách. V roce setí se prášek aplikuje posypem v dávce nejméně 200 až 300 gramů/m<sup>2</sup>. V následujícím roce se doporučuje hnojení opakovat minimálně v poloviční dávce 100 až 150 gramů/m<sup>2</sup>.

Doba aplikace tabletových i práškových hnojiv řady Silvamix<sup>®</sup> se provádí do konce měsíce července. Při jarní výsadbě je lépe tato hnojiva aplikovat 1-2 roky po vysazení než k sazenicím ještě ve stejném roce. Důvod je zde neefektivní využití v období post výsadbového šoku. Podle místních podmínek je možné u prostokořených sazenic hnojivo aplikovat v krajním případě i v podzimních měsících, září a říjnu. Pokládání tablet na sníh není vhodné (Vavříček, Kučera, 2015).

### 3.11 Mletý vápenec

Materna (1963) popisuje, že se jedná o nejrozšířenější vápenaté hnojivo. Předurčil, že má do budoucna v lesních porostech největší vyhlídky. Kvalita a použitelnost je dána dvěma vlastnostmi, a to chemickým složením a jemností mletí. Chemické složení značně kolísá, jelikož jde o přirozený materiál. Převážnou část tvoří sekundární

uhličitan vápenatý a jeho obsah účinné látky, oxid vápenatý, kolísá obvykle mezi 44 a 55%. Kromě uhličitanu vápenatého je v něm obvykle příměs uhličitanu hořečnatého, dále menší množství kyseliny křemičité a menší příměs dalších látek.

Mletý vápenec je hnojivem, které působí pozvolna. Po jeho změně na kyselý uhličitan vápenatý stoupá zřetelněji jeho rozpustnost a také přístupnost pro rostliny. Za příznivých okolností a v určitých typech humusu se slučuje s humusovými látkami. Jako všechna ostatní vápenatá hnojiva působí na strukturu půdy a podporuje tvorbu stálých půdních agregátů. Tento příznivý vliv se může projevit až po delší době a jen ve spojitosti s celkovým oživením půdního profilu.

Vápenec se považuje za nepřímé hnojivo, jehož hlavním vlivem je snížení kyselé půdní reakce a tímto i usnadnění biologických procesů v půdě, mineralizace dusíkatých sloučenin a zpřístupnění kyseliny fosforečné, je možné vápenec rozmetat v porostech v kterémkoli ročním období. Pro rychlejší účinek je vhodné rozmetat vápenec na jaře nebo na podzim.

Vápnitý dolomit, na který je kladen důraz v této práci, podle Materna (1963) jde o vápenec s vyšším obsahem oxidu hořečnatého, zpravidla kolem 20 - 35% . Vlastnosti i manipulace jsou téměř stejné jako u mletého vápence. Hořčík je zde určen především jako přímá živina, proto je nutné jej během podzimu nebo jara rozmetat.

Tab. 1: Dělení obsahu vápence a dolomitu podle ČSN 72 1210

| Název               | Obsah minerálu v % |           | Chemické složení v % |                   |
|---------------------|--------------------|-----------|----------------------|-------------------|
|                     | kalcit             | dolomit   | CaCO <sub>3</sub>    | MgCO <sub>3</sub> |
| Vápenec             | 100 až 90          | 0 až 10   | 100 až 95, 4         | 0 až 4, 6         |
| Dolomitický vápenec | 90 až 50           | 10 až 50  | 95, 4 až 77, 1       | 4, 6 až 22, 9     |
| Vápnitý dolomit     | 50 až 10           | 50 až 90  | 77, 1 až 58, 8       | 22, 9 až 41, 2    |
| Dolomit             | 10 až 0            | 90 až 100 | 58, 8 až 54, 3       | 41, 2 až 45, 7    |

Vápenatá hnojiva se aplikují v množství 400 – 1600 kg čisté živiny vápníku na hektar, což je přibližně 1, 2 – 4, 8 tuny vápence, výjimečně o 25 – 30% víc, maximálně však 2 000 kg. V bukových a přehoustlých smrkových porostech se dávky zvyšují o 25 – 35 %, maximálně 2 000 kg. Na jílovitých půdách o 10 – 15 % (Vavříček, Kučera, 2015).

Vápnění má na půdu mnohostranný účinek. Mezi nejdůležitější sledované charakteristiky patří snižování kyselosti půdy, ovlivnění sorpčního komplexu, ovlivnění mineralizačních procesů a cyklu dusíku a mobilizace těžkých kovů, vliv na vývoj kořenů a celkovou půdní biotu (Hruška, Cienciala, 2005).

### **3.12 Zásady správné aplikace hnojiv**

Podle Pelíška (1964) je pro melioraci našich degradovaných lesních půd bezpodmínečně nutný podrobný terénní i laboratorní průzkum půdních profilů. Výsledek je pak směrodatným pro určení směrnic k provedení melioračních zásahů.

Účelem melioračních opatření je odstranit nepříznivé vlastnosti půd, snižující jejich produkční schopnost a způsobující nižší přírůsty a tím i nižší produkci dřevní hmoty. Tyto zásahy mají především snížit vysokou kyselost půd na optimální míru pro lesní porosty (Pelíšek 1964).

Optimální půdní reakce je předpokladem efektivního využití živin z půdní zásoby a dodaných ve formě průmyslových a organických hnojiv. Nedosahuje-li hodnota pH půdy požadované úrovně a je-li obsah vápníku nízký, je třeba ji upravit vápněním (Richter a kol., 1999).

Věk a hustota porostů rozhoduje o plošné nebo lokální aplikaci hnojiv. Pomístní aplikaci hnojiv se dává přednost v nejmladších, dosud nezapojených porostech nebo naopak ve starších prosvětlených porostech (Nárovec 2001).

Doba aplikace hnojiv se volí tak, aby dřeviny mohly přijmout maximální množství hnojením dodávaných živin. Nejvhodnější doba pro operativní hnojení lesů je všeobecně na jaře. Snadno rozpustná hnojiva mají být aplikována teprve tehdy, když začíná jarní růst kořenů dřevin a kdy dodané živiny mohou být dřevinami přijímány. Dusíkatými hnojivy se nesmí hnojit ve vegetační době příliš pozdě, aby letorosty dřevin mohly na podzim řádně ukončit růst a zdřevnatět. Vápenatá a fosforečná hnojiva lze většinou aplikovat po celý rok. Případná aplikace na sníh musí být vždy pečlivě zvážena. Volba hnojiva, jeho dávkování a způsoby aplikace se stanovují zásadně individuálně pro jednotlivé lokality (Nárovec 2001).



Při hnojení lesních porostů je sledován cíl zlepšení výživy lesa urychlením koloběhu často blokových živin v silných vrstvách povrchového humusu, doplnění deficitních živin a zlepšování vitality lesních dřevin a v neposlední řadě zlepšení půdních vlastností na degradovaných stanovištích při zakládání nových porostů s dřevinami náročnějšími na půdní podmínky (Klimo 2003).

### 3.13 Výživa dřevin

Podle Vavříčka (2015) hnojení představuje cílenou činnost prováděnou za účelem dodávání hnojivových látek. Zahrnuje úpravu zásoby živin v půdě a přímou úpravu výživy bezprostředně dřevinám pomocí aplikace živných roztoků nebo rychle působících vodorozpustných hnojiv na asimilační aparát.

Podle Klima (2003) ve spojitosti s výživou dřevin také uvažujeme minerální živiny, které jsou nezbytné pro růst a vývoj rostlin a jsou nenahraditelné jinými chemickými prvky. Jelikož se jedná o výživu živých organismů, nazývají se tyto prvky biogenní. Minerální živiny se účastní všech ontogenetických fází vývoje rostliny avšak vždy v jiné míře a poměru daných živin. Jiné prvky se účastní klíčení, jiné růstu jedince, jiné kvetení, plození a zrání, obecně rozmnožování.

Mladá rostlinná pletiva oproti starším zpravidla obsahují ve větších koncentracích N, P, K, naopak starší pletiva obsahují více Ca, Mn, Fe a B, zatímco obsah N, P, K se s postupem věku snižuje.

Minerální živiny se z hlediska jejich obsahu v organické hmotě dělí na makroživiny a mikroživiny (Vavříček, Kučera, 2015). Podle Pelíška (1964) jsou za hlavní makroelementy považovány Si, Al, Fe, Mn, Ca, Mg, K, Na, P, S, N, C, O a H. Tyto uvedené prvky jsou v jednotlivých lesních půdách zastoupeny v různém množství. Dle Kincla (2000) jsou za mikroelementy považovány Mn, Co, Cu, Zn, B a Cl. Klimo (2003) uvádí, že na vstup jednotlivých elementů má vliv jejich koncentrace v půdním roztoku, obsah organických látek, pH půdního prostředí a samozřejmě vlhkostní poměry půdy.

### 3.13.1 Koloběh organických látek v půdě

Jedním z hlavních zdrojů těchto makroelementů je mineralizace organické hmoty, díky které se dostávají přijaté a akumulované živiny z rostlinných pletiv zpět do půdy. Půda má klíčovou funkci z hlediska koloběhu organických látek v lesním ekosystému. Jak uvádí Hauptman (2009) je prostředím, kde dochází k rozkladu organických látek. Jedná se o převedení organických látek na nejjednodušší minerální složky a na druhé straně především k mikrobiálně generovaným polykondenzacím humusových látek, jejichž výsledné produkty mají tendenci vytvářet velmi komplikované organické struktury, které jsou nesrovnatelně stabilnější než výchozí humusové látky.

Mineralizace je hlavním zdrojem získávání energie heterotrofních organismů. K úplné mineralizaci dochází postupnou činností různých mikrobů a nejčastějšími jejími produkty jsou oxid uhličitý, amoniak, sulfan a mnoho minerálních látek, které jsou vázány na organické sloučeniny.

Humus lze definovat jako skupinu látek na bázi rozvětvených polymerů spirální struktury s různě obsazenými funkčními skupinami. Jejich vnější tvar je flexibilní, s obrovským specifickým povrchem. Humusové látky jsou jednou z nejdůležitějších složek půd (Hauptman a kol., 2009).

### 3.13.2 Základní aspekty koloběhu živin

Celková dynamika je dána především chemismem matečné horniny, dřevinou skladbou lesního porostu, mikroedafonem, klimatickými podmínkami a vodním režimem půd. Matečná hornina představuje primární vstup minerálů do oběhu, které jsou typické svou reaktivností, s jakou se účastní na chemických procesech. Dřeviny jsou typické obsahem živin opadlého asimilačního aparátu a charakterem jeho rozkladu. Za dřeviny s kyselým a na živiny chudým opadem jsou pokládány zejména smrkové, borové a modřínové porosty. Naopak meliorační dřeviny jako lípa, buk, dub nebo javor obsahují vyšší podíl bází a rozkladem opadu se dostávají opět do koloběhu. Klima se na koloběhu podílí především teplotou, která podmiňuje biologickou aktivitu a sestavu půdní mikroflóry (Vavříček, Kučera, 2015).

## **4 Metodika**

### **4.1 Výběr a strukturní charakteristika šetřených lokalit**

#### **Dykova školka**

Nachází se ve správním celku ŠLP Křtiny (N 49°19'121"; E 16°43'478") v nadmořské výšce cca 530 m. n. m., tzn. v oblasti 4. LVS, převážně hlinitých edafických kategorií (H), průměrný úhrn srážek 610 mm/rok. Šetření je prováděno na zaškolkových sazenicích na volné ploše.

#### **Školka Budišov**

Lesní školka patří společnosti Wotan Forest, a. s. (49°15'15.6"N, 16°00'16.6"E) je v oblasti 4. LVS a pohybuje se v nadmořské výšce cca 470 m. n. m. s průměrným úhrnem srážek 550 – 650 mm/rok. Substrátem produkčních tabulí jsou písčitéjší půdy kompatibilní s edafickými kategoriemi S. Vliv hnojivových přípravků je prováděn na volné ploše zaškolkových sazenic.

#### **Lesní vegetační stupeň bukový (LVS 4)**

Čtvrtý lesní vegetační stupeň má plošné zastoupení 5,69%. Vyskytuje se v nadmořských výškách 550 – 600 m. n. m. Průměrná roční teplota je 6,5 – 7,5 °C, s průměrným úhrnem srážek 690 – 800 mm. Délka vegetačního období 140 – 150 dní (Plíva 1987).

## 4.2 Přírodní lesní oblasti

### Lesní školka Dykova

Přírodní lesní oblast Dražanská vrchovina (dále PLO) má specifická stanoviště vápenců a velký podíl exponovaných skalních stanovišť. Jedná se o značně lesnatou oblast, která zahrnuje vlastní kulmskou Dražanskou či Konickou vrchovinu, vápencový Moravský kras a část převážně žulové Brněnské vyvěřeliny (Adamovská vrchovina). Celková lesnatost PLO 30 je 46%. Nejvíce jsou zastoupeny dubové bučiny (40%) a bučiny (27%), méně bukové doubravy (14%) a jedlové bučiny (14%). Více než polovina dnešních lesů patří do bohatých společenstev živné řady, kyselá řada nezaujímá ani třetinu a poměrně hojná je obohacená řada. V současnosti je nejvíce zastoupenou dřevinou smrk z více než 50%, následovaný borovicí 14%, modřínem 6% a jedlí 3%. Z listnatých dřevin dosahuje buk 10%, dub 7% a habr 3%. Smrk je v živné řadě poškozován václavkou, v kyselé řadě se dobře zmlazuje. Borovice se uplatňuje na chudších podkladech a vysýchavých svazích. Modřín má na bohatších stanovištích vynikající kvalitu. Buk tvoří čisté porosty i příměs ve smrkových porostech. Většina nesmíšených bučin je dobré kvality. Dub je omezen na nižší polohy, kvalitnější porosty jsou pouze na bohatších hlinitých půdách (Průša 2001).

### Lesní školka Budišov

Přírodní lesní oblast Předhoří Českomoravské vrchoviny má velmi pestré složení lesních společenstev. Má chladnější přechodnou část a teplejší jižní část. Chladnější obvod zahrnuje Pernštejnskou vrchovinu a Bítešskou pahorkatinu s rozsáhlými plošinami a strmými údolími řek. Teplejší část tvoří přechod do Jihomoravského úvalu a zahrnuje Jevišskou pahorkatinu. Celková lesnatost PLO 33 je 29%. Lesy jsou v členitém terénu vytlačeny na méně úrodná stanoviště. Lesní vegetační stupně jsou víceméně stejnoměrně rozloženy mezi LVS bukový, dubobukový, bukodubový i dubový. Převládají společenstva živné řady, méně řady kyselé. V současnosti převládá smrk (42%), borovice (24%), dále modřín (9%) a jedle (1%). Z listnatých dřevin je zde nejvíce zastoupen dub (15%), také habr (4%), akát (4%), lípa (2%), buk (2%) a bříza (1%). Dominující smrk byl rozšířen při umělé obnově lesa a pastvě dobytka. Borovice se prosazuje na chudších půdách nižších poloh. Dub je hlavní dřevinou dubového a bukodubového LVS, avšak z velké části výmladkového původu (Průša 2001).

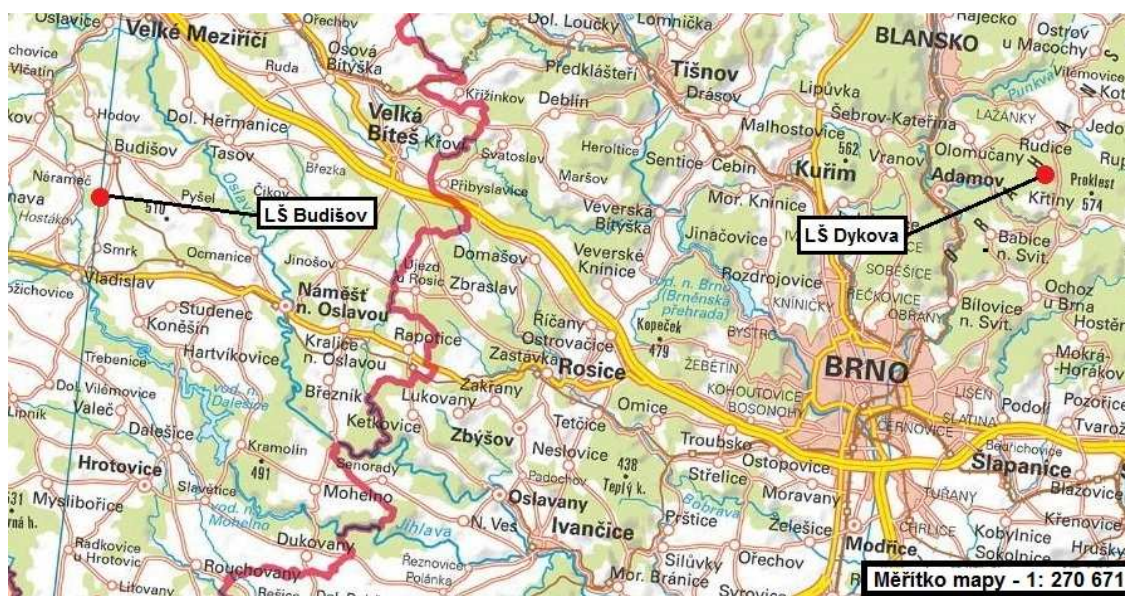
## 4.3 Lokace lesních školek

### Lesní školka Budišov

Lesní školka Budišov se nachází v kraji Vysočina, okresu Třebíč, ležící v katastrálním území Budišov (číslo katastrálního území 615 463). Obec Budišov leží asi 10 km na severovýchod od Třebíče s nadmořskou výškou 480 m. Území LŠ se rozkládá na 47,5 ha a připadá společnosti Wotan Forest a.s. Souřadnice lesní školky jsou 49°15'15.6"N, 16°00'16.6"E. Lesní školka je v oblasti 4. LVS, v nadmořské výšce 470 m. n. m. s průměrným úhrnem srážek 550 – 650 mm/rok. Vyskytují se zde převážně písčitéjší půdy kompatibilní s edafickými kategoriemi S.

### Lesní školka Dykova

Lesní školka Dykova se nachází v Jihomoravském kraji, okresu Blansko, ležící v katastrálním území Křtiny (číslo katastrálního území 676 730). Obec Křtiny se nachází zhruba 15 km na severovýchod od Brna. Území LŠ zaujímá celkovou výměrou cca 3,6 ha, náleží Školnímu lesnímu podniku Křtiny. Průměrná nadmořská výška obce Křtiny 400 až 500 m. n. m., se souřadnicemi lesní školky GPS 49°19'2.99"N, 16°43'49.34"E. Lesní školka leží v nadmořské výšce cca 530 m. n. m. a náleží do 4. LVS, převážně hlinitých edafických kategorií (H), s průměrným úhrnem srážek 610 mm/rok.



Mapa č. 1: Mapový výřez s označenými LŠ Dykova a LŠ Budišov (zdroj: ČÚZK)

#### 4.4 Metodika terénních prací

Na zaškolovaných sazenicích smrku ztepilého bylo v začátku vegetačního období roku 2012 provedeno hnojení na jednotlivých plochách určených k jednotlivým hnojivovým variantám. Prášková hnojiva řady Silvamix byla aplikována rovnoměrně plošným posypem k jednotlivě určeným sazenicím. Vápnitý dolomit byl taktéž rovnoměrně aplikován na půdní povrch k určeným sazenicím na další z výzkumných ploch. Organominerální stimulační přípravek Vermaktiv byl ředěn vodou v poměru 1:50 a byl aplikován na asimilační aparát k tomu určených sazenic.

V rámci školkařské produkce byly vyhodnoceny důležité charakteristiky nadzemní a podzemní biomasy. Sazenice smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karsten) byly odebrány z volné zaškolované plochy a převezeny do laboratoře ÚGP Lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Dle parametrů nadzemní části sazenic byl vybrán reprezentativní soubor pro preparaci kořenového systému. U LŠ Dykovy se jednalo vždy o 5 reprezentativních sazenic z každé hnojivové varianty včetně kontrolních sazenic. U LŠ Budišov se jednalo vždy o 3 reprezentativní sazenice taktéž od každé hnojivové varianty včetně kontrolních sazenic.

#### 4.5 Aplikace hnojiv a organominerálních stimulačních přípravků

V rámci dvou vybraných lesních školek byl aplikován organominerální stimulační přípravek s názvem Vermaktiv, hnojiva Silvamix<sup>®</sup> R, Silvamix<sup>®</sup> R + stimulátor ve formě prášku, Vápnitý dolomit, Silvamix<sup>®</sup> A + stimulátor a Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor v práškové formě. Organominerální stimulační přípravek byl aplikován dvakrát v průběhu vegetačního období. Před aplikací byl ředěn vodou v poměru 1: 50. K požadovanému ředění 1: 50 pro sazenice s nadzemní výškou do 60 cm je spotřeba koncentráту přípravku 5,4 l/ha. Připravený roztok Vermaktivu o dané koncentraci byl aplikován na asimilační aparát sazenic pomocí mechanického zádového postřikovače SOLO 475. Aplikační tlak postřikovače byl nastaven na maximální hodnotu 4 bary. Všechna testovaná prášková hnojiva Silvamix<sup>®</sup> R, Silvamix<sup>®</sup> R se stimulátorem, Silvamix<sup>®</sup> A + stimulátory a Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátory a Vápnitý dolomit byla rovnoměrně aplikována na půdní povrch v množství 250 g / 1 m<sup>2</sup>.

Při řešeném výzkumu byly aplikace přípravků podmíněny vylučujícím nepříznivým vlivům klimatických a jiných neživých i živých výstředností. Tímto opatřením se zajistí sadební materiál, který v následné spojitosti s výsadbou v městském prostředí, zabezpečí, co nejmenší ztráty po výsadbě. Sadební materiál při intenzivním ošetření v období juvenilního stádia může zajistit vysoce kvalitní městskou výsadbu. Aplikace přípravků byly soustředěny do vybraných lesních školek na zaškolkované sazenice na volné ploše. Předpokladem pro kvalitní produkci sazenic je vybudování optimálního kořenového systému. Svým nadstandardním šířením by zajistil snížení rizika negativní rostlinné bilance a výživy.

Tab. 2: Označení a zkratky aplikovaných přípravků

| Označení | Zkratka hnojiva | Druh hnojiva                         |
|----------|-----------------|--------------------------------------|
| Č        | K               | Kontrola                             |
| BČ       | VD              | Vápnitý dolomit                      |
| MB       | V50             | Vermaktiv 1:50                       |
| ČHČ      | SF+st           | Silvamix <sup>®</sup> F + stimulátor |
| B        | SR              | Silvamix <sup>®</sup> R              |
| ČMČ      | SA+st           | Silvamix <sup>®</sup> A + stimulátor |
| ČBČ      | SR+st           | Silvamix <sup>®</sup> R + stimulátor |

Tab. 3: Aplikované přípravky a jednotlivé plochy

| Plocha     | Dřevina      | Zkratka aplikovaného hnojiva |       |       |    |     |       |   |
|------------|--------------|------------------------------|-------|-------|----|-----|-------|---|
|            |              | VD                           | V50   | SF+st | K  |     |       |   |
| LŠ Dykova  | Smrk ztepilý | VD                           | V50   | SF+st | K  |     |       |   |
| LŠ Budišov | Smrk ztepilý | SR                           | SA+st | SR+st | VD | V50 | SF+st | K |

#### 4.6 Termíny aplikace přípravků

První aplikace všech přípravků a hnojiv probíhala v začátku vegetačního období roku 2012. Druhá aplikace byla provedena následně na začátku roku 2013. Na jednotlivých testovaných plochách bylo označeno pro každý přípravek 50 stromků, které byly dále podrobně hodnoceny. V rámci zkoumané plochy bylo označeno také 50 stromků, u nichž nebyl použit žádný přípravek a které byly využity jako srovnávací materiál. Celkově trval výzkum od jara 2012 do podzimu 2014.

#### 4.7 Měření morfologických charakteristik

U takto označených stromků byly zjišťovány parametry, mezi něž patří přírůst terminálního prýtu a celkový zdravotní stav. Měření těchto parametrů proběhlo vždy na všech padesáti jedincích z každé hnojivové varianty. Jednotlivé přírůsty terminálních prýtů byly měřeny každoročně na konci vegetačního období až po plném zdřevnatění sazenic. Na každé sazenici se měřilo od místa nejprůkaznějšího náznaku jednorozhodného přírůstu až po začátek terminálního pupenu. K měření bylo použito svinovací pásmo. Měřilo se s přesností na 0,5 cm. Zdravotní stav sazenic byl hodnocen rovněž jednou ročně. U jednotlivých sazenic se hodnotilo, zdali není jedinec deformovaný, má pravidelně rostlé větvičky, barva asimilačního aparátu, kvalita vrcholového prýtu, možné kareční jevy a celková vitalita stromků.

Tab. 4: Hodnocení zdravotního stavu

| Hodnocení | Morfologická kvalita nadzemní části a vitalita stromku |
|-----------|--|
| 1         | bez poškození, vitální                                 |
| 2         | mírně poškozený a deformovaný, mírně snížená vitalita  |
| 3         | středně poškozený a deformovaný, snížená vitalita      |
| 4         | značně poškozený a deformovaný až odumírající          |
| 5         | odumřelý   |



#### 4.8 Metodika laboratorních prací

V rámci laboratorních prací byl analyzován rostlinný materiál v laboratoři ÚGP Lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Měření či vážení byly následující parametry: výška nadzemní části sazenic, průměr kořenového krčku, celková hmotnost jehličí, váha 100 jehlic, hmotnost nadzemní dřevní části, hmotnost kořenů do 1 mm, hmotnost kořenů nad 1 mm, celková hmotnost nadzemní části, celková hmotnost podzemní části a hmotnost celkové biomasy smrku ztepilého. Všechna popsaná měření začínala preparací kořenového systému, které probíhalo šetrným způsobem a to omýváním pod mírným proudem vody, aby bylo minimalizováno nežádoucí poškození kořenového vlášení. Zde byly oddělovány kořeny menší jednoho milimetru a kořeny větší jednoho milimetru. Po precizním vypreparování kořenového systému byly měřeny další fyziologické parametry daného stromku, mezi ně patřila délka nadzemní části a délka celého stromku včetně kořenového systému. Délka nadzemní části byla měřena svinovacím pásmem s přesností na 0,5 cm v místě patrného přechodu kořenového krčku v nadzemní část sazenice. Následně byl stromek rozdělen pomocí zahradnických nůžek v místě kořenového krčku na nadzemní a kořenovou biomasu. Poté byla všechna tato biomasa po dobu 48 hodin sušena v horkovzdušné sušárně Memmert UEF 500 za teploty 75 °C (+- 0,5°C) do úplné ztráty vody. Po vysušení byl odpreparován asimilační aparát. Dále byla zvážena biomasa kořenového systému, biomasa odpreparovaného asimilačního aparátu a rovněž i biomasa nadzemní zdřevnatělé části, čímž byly zjištěny hmotnostní poměry pro statistické vyhodnocení. Všechny tyto nadzemní a podzemní biomasy byly váženy s přesností na 0,01 g.

Vliv aplikovaných přípravků na množství biomasy ošetřených jedinců byl vyhodnocován i na základě hmotnosti jehlic smrku ztepilého. Na jednotlivých hnojivových parcelách v rámci vybraných výzkumných ploch (LŠ Dykova a LŠ Budišov) byly odebírány jehlice smrku ztepilého. Dále bylo u každé výzkumné varianty zváženo 100 ks vysušených jehlic ve třech opakováních. Váha byla zjištěna s přesností na 0,0001 g. Z každé hnojivové parcely v rámci výše uvedených výzkumných ploch vstupovaly do statistického zpracování dat (Kruskall – Wallisova anova) 3 hodnoty, vyjadřující váhu 100 suchých jehlic.

#### 4.8.1 Popis měřených parametrů

Výška nadzemní části se měřila ještě v nevysušeném stavu pomocí nivelačního skládacího metru, od kořenového krčku až po terminální pupen sazenice s přesností na centimetr. Průměr kořenového krčku byl měřen také v čerstvém stavu pomocí digitálního posuvného měřítka s přesností na 0,01 mm. Po těchto dvou úkonech se všechny pečlivě označené sazenice oddělily přímým stříhem pomocí zahradnických nůžek v místě kořenového krčku. Poté byla nadzemní a podzemní biomasa po dobu 48 hodin sušena v horkovzdušné sušárně Memmert UEF 500 za teploty 75 °C (+- 0,5°C) do úplné ztráty vody. Takto vysušené sazenice byly použity k dalšímu výzkumu. Všechna následující měření byla provedena na digitální váze s přesností na 0,01 g. Ke zjištění celkové hmotnosti jehličí se však nejprve musely jehlice oddělit od dřevnatých částí jedinců. Následovně bylo odpočítáno a zváženo vždy 100 jehlic. Dále se zvážila celá nadzemní dřevní část, která již byla zbavena jehličí. V dalším kroku byly selektovány kořeny do 1 mm a kořeny větší 1 mm. Následně byly oba typy kořenů zváženy. V konečném důsledku byla ještě zvážena celková nadzemní část, celková podzemní část a hmotnost celkové biomasy každého jedince.

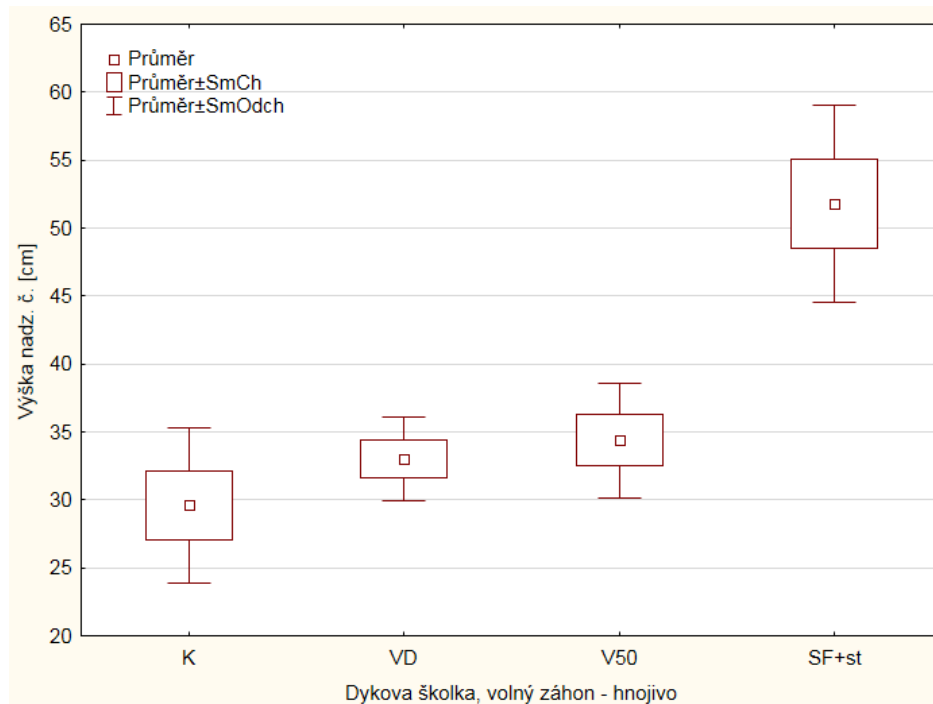
#### 4.9 Statistická analýza dat

Statistické šetření bylo provedeno v programu STATISTICA. Prvním krokem při zpracování dat bylo vyšetření normality a homogenity dat. Normalita byla analyzována prostřednictvím Shapiro – Wilksova testu, homogenita rozptylů byla testována s využitím Bartlettova testu. Data byla analyzována pomocí Kruskal – Wallisovy Anovy s následným post hoc testem prostřednictvím vícenásobného porovnání. Veškeré hypotézy byly ověřovány při hladině významnosti  $p = 0,05$ .

## 5 Výsledky

### 5.1 Dykova školka

#### Vliv hnojivových přípravků na výšku nadzemní části



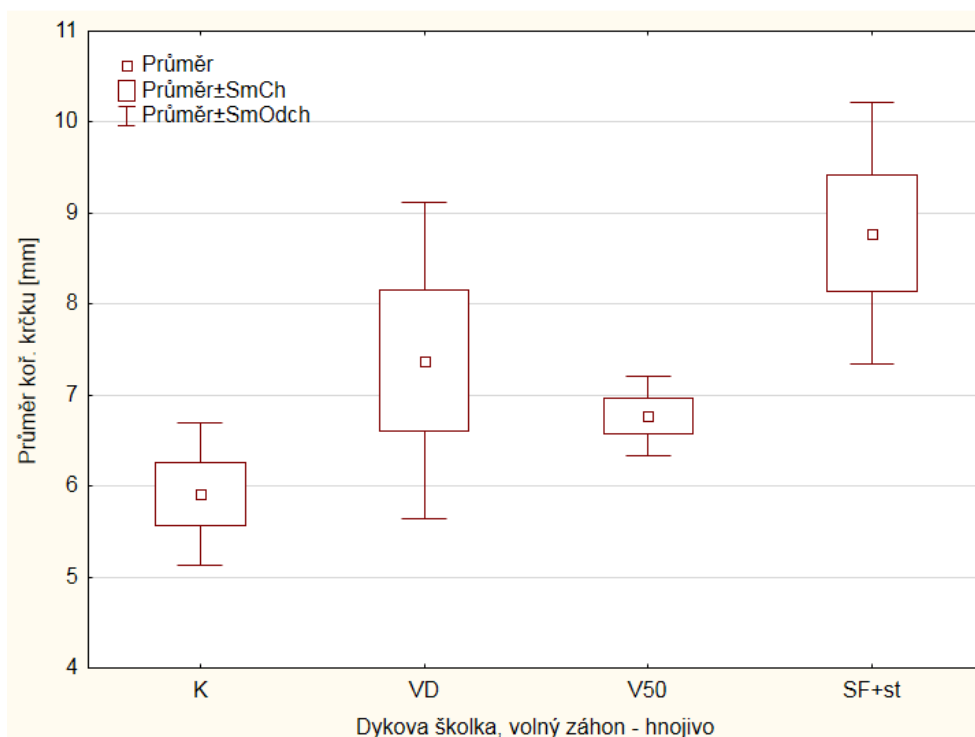
Obr. 2: Vliv hnojivových přípravků na výšku nadzemní části ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

| Závislá:            | K        | VD       | V50      | SF+st    |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|
| Výška nadz. č. [cm] | R:5,8000 | R:8,2000 | R:10,000 | R:18,000 |
| K                   |          | 0,641427 | 1,122497 | 3,260587 |
| VD                  | 0,641427 |          | 0,481070 | 2,619160 |
| V50                 | 1,122497 | 0,481070 |          | 2,138090 |
| SF+st               | 3,260587 | 2,619160 | 2,138090 |          |

Tab. 5: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na výšku nadzemní části, výstup Kruskal-Wallisovy anovy.

Z obr. 2 je patrné, že nadzemní výška ošetřených sazenic byla použitými hnojivy ovlivněna celkově statisticky významně. Na variantě kontrola dosáhla nadzemní výška průměrných 29,6 cm. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou mírně vyšší hodnoty. Průměrně zde byl zaznamenán nárůst v rozmezí 11 - 16 %, nicméně statistického významu tento rozdíl nedosahuje. Nejvýznamnější efekt byl zjištěn na variantě ošetřené přípravkem Silvamix® F + stimulátor. Hodnota na této variantě dosáhla 175 % z průměru zjištěného na kontrole. Vliv tohoto hnojiva na výšku sazenic smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karsten) je výrazný.

## Vliv hnojivových přípravků na průměr kořenového krčku



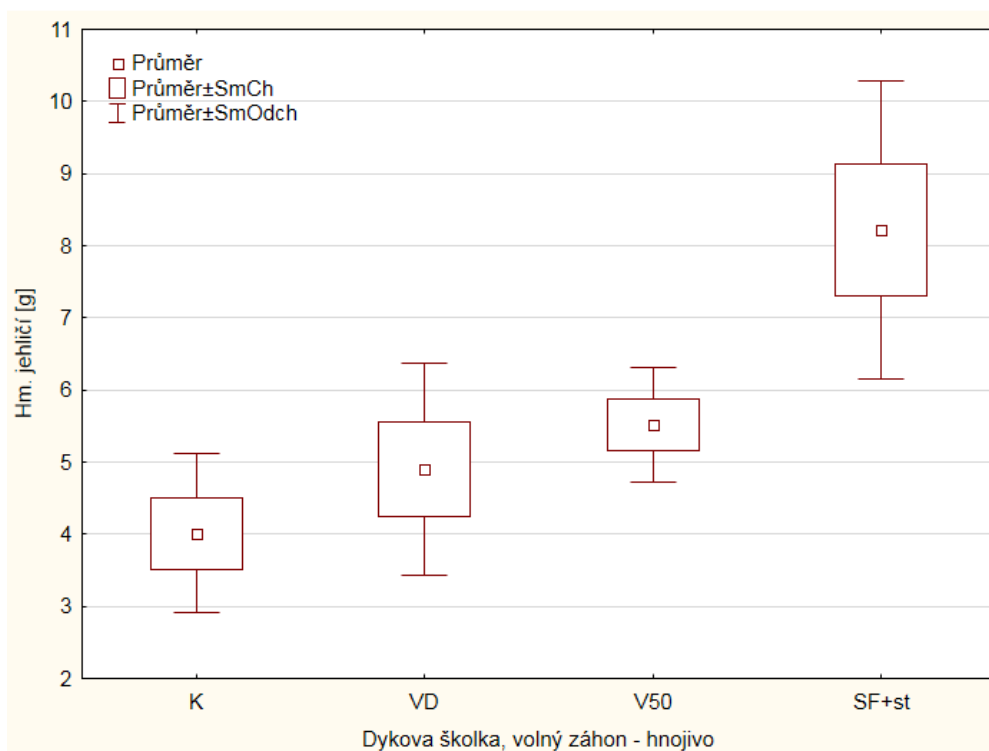
Obr. 3: Vliv hnojivových přípravků na průměr kořenového krčku ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

| Závislá:               | K        | VD       | V50      | SF+st    |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Průměr koř. krčku [mm] | R:5,0000 | R:11,200 | R:9,8000 | R:16,000 |
| K                      |          | 1,657020 | 1,282854 | 2,939874 |
| VD                     | 1,657020 |          | 0,374166 | 1,282854 |
| V50                    | 1,282854 | 0,374166 |          | 1,657020 |
| SF+st                  | 2,939874 | 1,282854 | 1,657020 |          |

Tab. 6: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na průměr kořenového krčku, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 3 je zřejmé, že průměr kořenového krčku ošetřených sazenic byl použitými hnojivy ovlivněn celkově statisticky významně. Na variantě kontrola dosáhl sledovaný parametr průměrných 5,9 mm. Hodnota dolního kvartilu je zde 5,18 mm a hodnota horního kvartilu je 6,62 mm. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou mírně vyšší hodnoty. Průměrně zde byl zaznamenán nárůst v rozmezí 14 - 25 %, nicméně statistického významu tento rozdíl nedosahuje. Zajímavé výsledky byly zjištěny na variantě ošetřené přípravkem Silvamix® F + stimulator. V porovnání s předešlými hnojivy zde byla zjištěna statisticky vyšší hodnota, která dosáhla 148 % z průměru zjištěného na kontrole. Vliv tohoto hnojiva na růst sazenic smrku ztepilého je tedy nejvýraznější.

## Vliv hnojivových přípravků na celkovou hmotnost jehličí



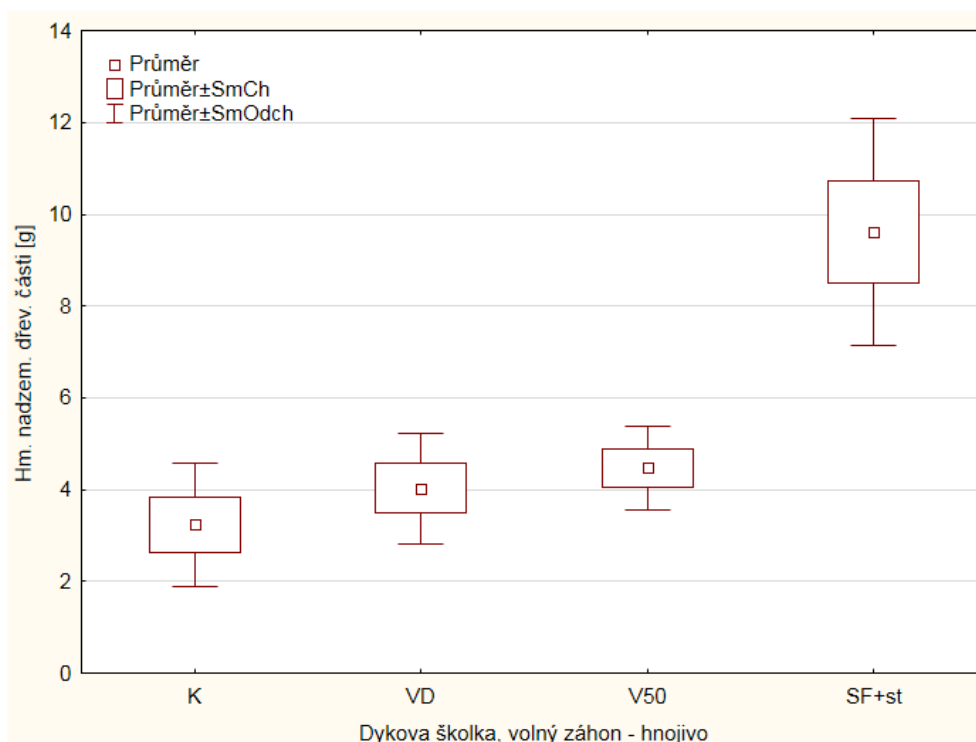
Obr. 4: Vliv hnojivových přípravků na celkovou hmotnost jehličí ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

| Závislá:        | K               | VD       | V50      | SF+st           |
|-----------------|-----------------|----------|----------|-----------------|
| Hm. jehličí [g] | R:5,0000        | R:8,6000 | R:11,600 | R:16,800        |
| K               |                 | 0,962140 | 1,763924 | <b>3,153683</b> |
| VD              | 0,962140        |          | 0,801784 | 2,191542        |
| V50             | 1,763924        | 0,801784 |          | 1,389758        |
| SF+st           | <b>3,153683</b> | 2,191542 | 1,389758 |                 |

Tab. 7: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na celkovou hmotnost jehličí, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 4 je patrné, že hmotnost jehličí ošetřených sazenic byla použitými hnojivy ovlivněna celkově statisticky významně. Na nepřihnojené variantě dosáhl sledovaný parametr průměrné 4 g. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou mírně vyšší hodnoty. Byl zde zaznamenán nárůst v rozmezí 22 - 38 %. Nejvýraznější hodnota byla naměřena na variantě ošetřené přípravkem Silvamix® F + stimulátor. Tato varianta dosáhla průkazně nejvyššího efektu s ohledem na hmotnost jehličí. Hodnota byla vyšší o 105 % v porovnání s kontrolní sazenicí. Pozitivní vliv tohoto hnojiva na růst sazenic smrku ztepilého je tedy velmi výrazný.

## Vliv hnojivových přípravků na hmotnost nadzemní dřevní části



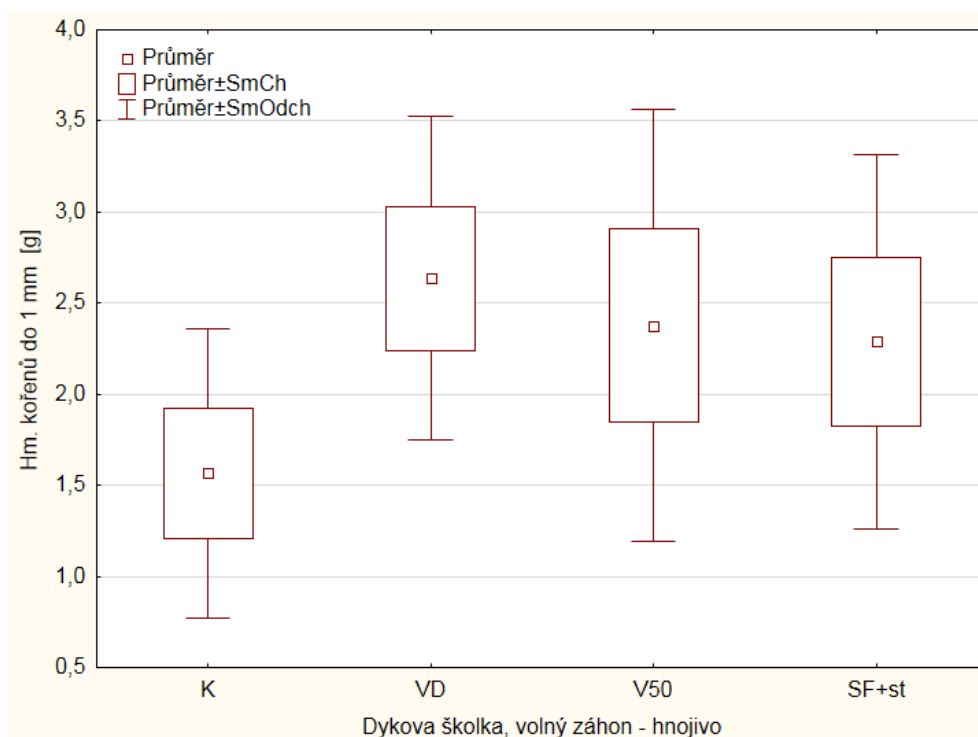
Obr. 5: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost nadzemní dřevní části ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

| Závislá:                    | K        | VD       | V50      | SF+st    |
|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Hm. nadzem. dřev. části [g] | R:5,4000 | R:8,4000 | R:10,200 | R:18,000 |
| K                           |          | 0,801784 | 1,282854 | 3,367492 |
| VD                          | 0,801784 |          | 0,481070 | 2,565708 |
| V50                         | 1,282854 | 0,481070 |          | 2,084638 |
| SF+st                       | 3,367492 | 2,565708 | 2,084638 |          |

Tab. 8: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost nadzemní dřevní části, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 5 je čitelné, že hmotnost nadzemní dřevní části ošetřených sazenic byla použitými hnojivy ovlivněna celkově statisticky významně. Na kontrolní variantě dosáhl sledovaný parametr průměrných 3,2 g. Hodnota dolního kvartilu je zde 2,3 mm a hodnota horního kvartilu je 4,6 mm. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou mírně vyšší hodnoty. Byl zde zaznamenán nárůst v rozmezí 24 - 38 %. Průkazně vyšší hodnota v kontrastu s předešlými hnojivy byla zjištěna na variantě ošetřené přípravkem Silvamix® F + stimulátor. Tato statisticky významná hodnota byla vyšší o 197 % v porovnání s nepřihnojenou sazenicí. Užitečný vliv hnojiva SF+st na růst sazenic smrku ztepilého je tedy zřetelně výrazný.

## Vliv hnojivových přípravků na hmotnost kořenů do 1 mm (g)



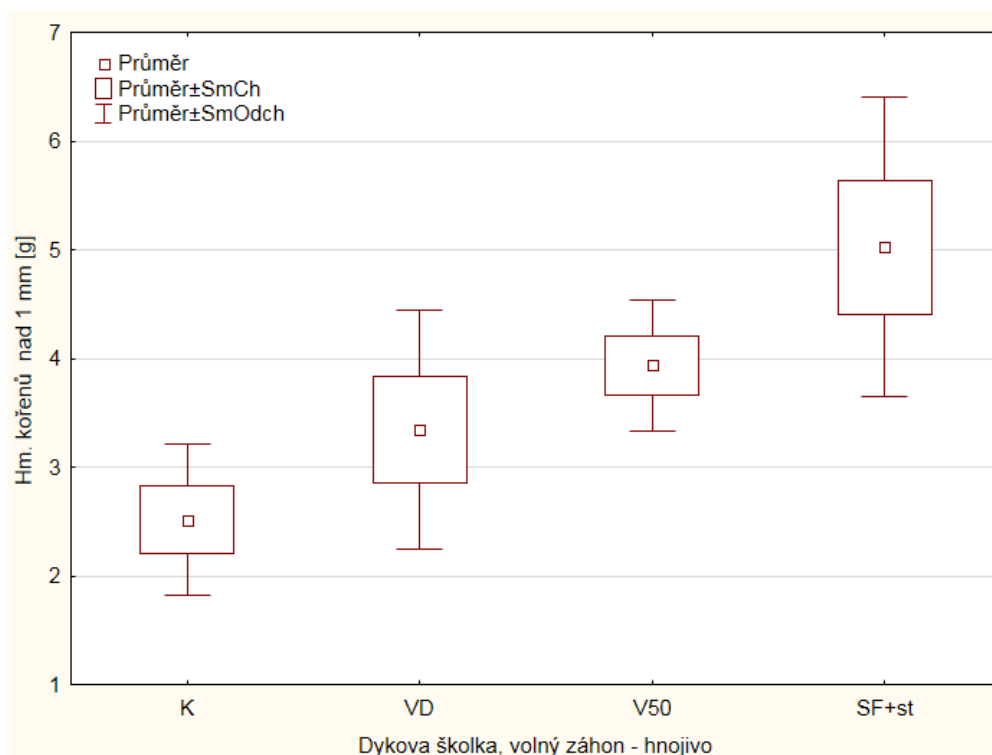
Obr. 6: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost kořenů do 1 mm (g) ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

| Závislá:               | K        | VD       | V50      | SF+st    |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Hm. kořenů do 1 mm [g] | R:6,6000 | R:13,400 | R:11,000 | R:11,000 |
| <b>K</b>               |          | 1,817376 | 1,175949 | 1,175949 |
| <b>VD</b>              | 1,817376 |          | 0,641427 | 0,641427 |
| <b>V50</b>             | 1,175949 | 0,641427 |          | 0,000000 |
| <b>SF+st</b>           | 1,175949 | 0,641427 | 0,000000 |          |

Tab. 9: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost kořenů do 1 mm (g), výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 6 je patrné, že hmotnost kořenů do 1 mm (g) ošetřených sazenic byla použitými hnojivy ovlivněna statisticky nevýznamně. Na nepřihnojené variantě dosáhl sledovaný parametr průměrných 1,6 g. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou mírně vyšší hodnoty. Průměrně zde byl zaznamenán nárůst v rozmezí 52 - 68 %, nicméně statistického významu tento rozdíl nedosahuje. Nejnižší hodnota byla zjištěna na variantě ošetřené přípravkem Silvamix® F + stimulátor, která byla vyšší o pouhých 46 % v porovnání s nepřihnojenou variantou. Na hmotnost kořenů sazenic smrku ztepilého je vliv uvedených hnojiv málo ovlivňující.

## Vliv hnojivových přípravků na hmotnost kořenů nad 1 mm (g)



Obr. 7: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost kořenů nad 1 mm (g) ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

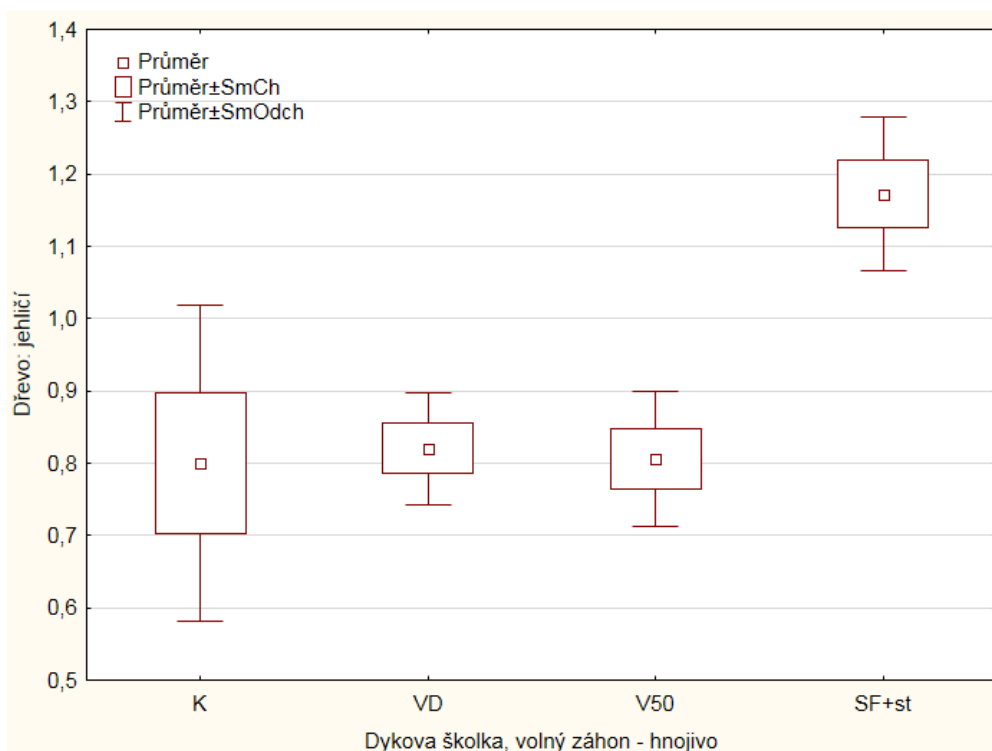
| Závislá:                | K               | VD       | V50      | SF+st           |
|-------------------------|-----------------|----------|----------|-----------------|
| Hm. kořenů nad 1 mm [g] | R:4,4000        | R:9,2000 | R:12,000 | R:16,400        |
| K                       |                 | 1,282854 | 2,031185 | <b>3,207135</b> |
| VD                      | 1,282854        |          | 0,748331 | 1,924281        |
| V50                     | 2,031185        | 0,748331 |          | 1,175949        |
| SF+st                   | <b>3,207135</b> | 1,924281 | 1,175949 |                 |

Tab. 10: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost kořenů nad 1 mm (g), výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 7 je zřejmé, že hmotnost kořenů větších 1 mm (g) ošetřených sazenic byla v celkovém hledisku použitými hnojivy ovlivněna statisticky významně. Na variantě kontrola dosáhl sledovaný parametr průměrných 2,5 g. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou mírně zvýšené hodnoty. Hodnoty na těchto variantách dosahují průměrných 33 - 56 %, nicméně statistického významu tento rozdíl nedosahuje. Průkazně vyšší hodnota byla zjištěna na variantě ošetřené přípravkem Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor. Tato statisticky významná hodnota dosáhla 200 % z průměru zjištěného na kontrole. Vliv posledního hnojiva z hlediska sledovaného parametru je na růst sazenic smrku ztepilého tedy výrazný.



## Vliv hnojivových přípravků na poměr dřeva a jehličí



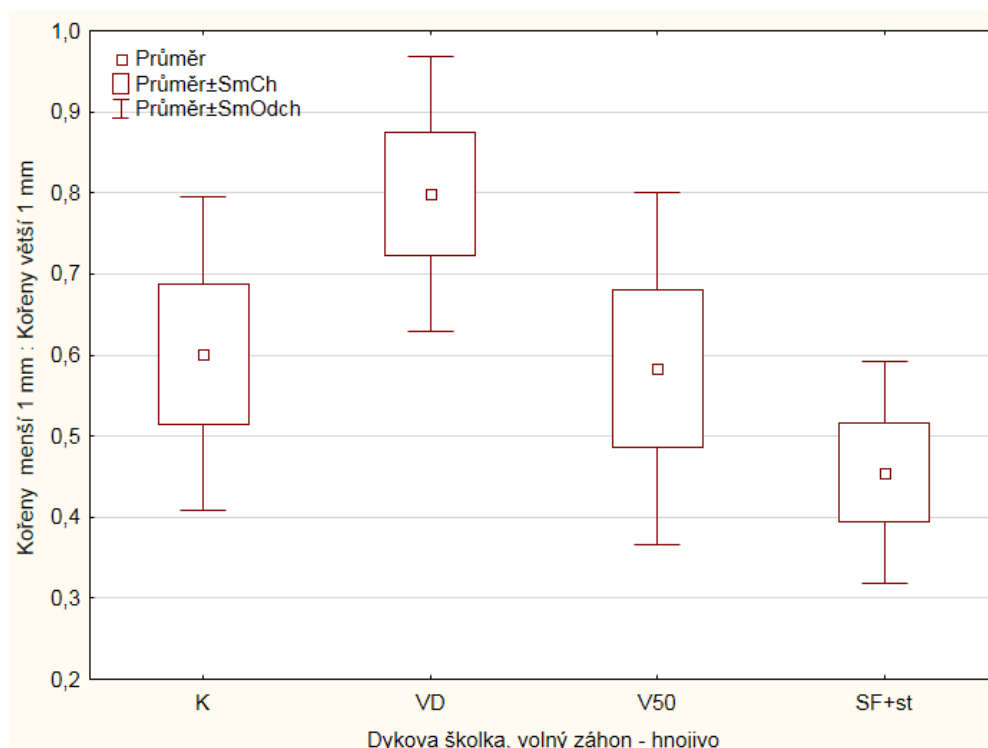
Obr. 8: Vliv hnojivových přípravků na poměr dřeva a jehličí ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

| Závislá:       | K               | VD       | V50      | SF+st           |
|----------------|-----------------|----------|----------|-----------------|
| Dřevo: jehličí | R:7,4000        | R:8,6000 | R:8,2000 | R:17,800        |
| K              |                 | 0,320713 | 0,213809 | <b>2,779517</b> |
| VD             | 0,320713        |          | 0,106904 | 2,458803        |
| V50            | 0,213809        | 0,106904 |          | 2,565708        |
| SF+st          | <b>2,779517</b> | 2,458803 | 2,565708 |                 |

Tab. 11: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na poměr dřeva a jehličí, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 8 je patrné, že poměr dřeva a jehličí ošetřených sazenic byl z celkového hlediska ovlivněn statisticky významně. Na kontrolní sazenici dosáhl sledovaný parametr průměrných 0,8. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly v kontrastu s nepřihnojenou variantou zjištěny průkazně nízké až srovnatelné hodnoty. Hodnoty na těchto variantách dosahují 1,0 – 2,0 %, nicméně statistického významu tento rozdíl nedosahuje. Nejvýraznější vliv byl zjištěn na variantě ošetřené přípravkem Silvamix® F + stimulátor. Hodnota zde dosáhla 147 % z průměru zjištěného na kontrole. Vliv tohoto hnojiva na poměr dřeva a jehličí sazenic smrku ztepilého je výrazný.

## Vliv hnojiv na poměr kořenů menších 1 mm a kořenů větších 1 mm



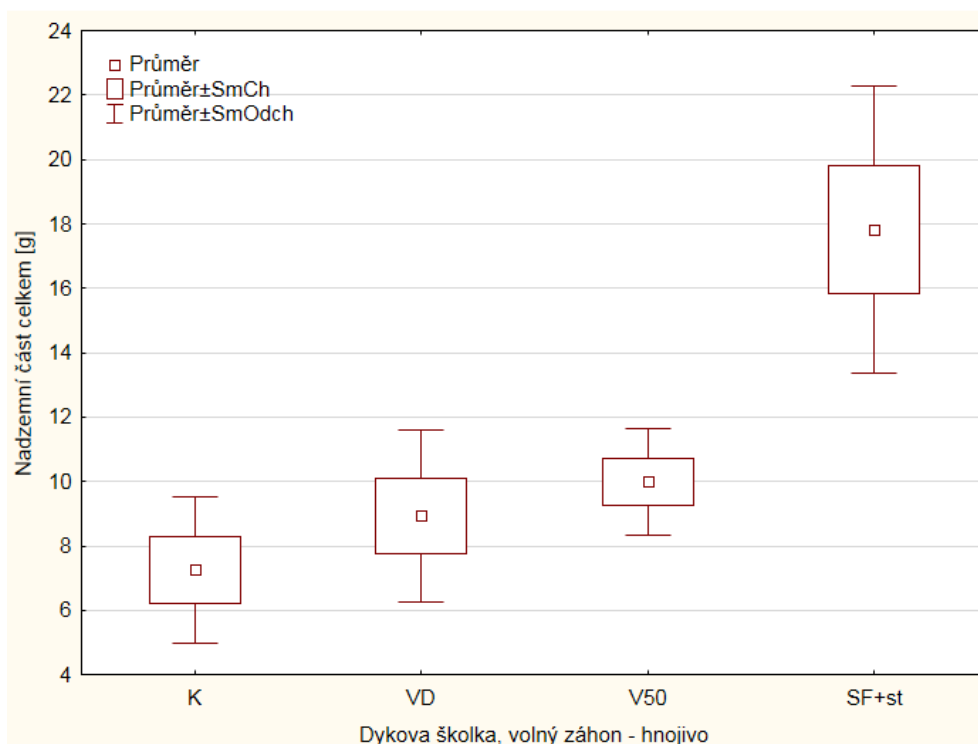
Obr. 9: Vliv hnojivových přípravků na poměr kořenů menších 1 mm a kořenů větších 1 mm sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Dykova – volný záhon

| Závislá:                              | K        | VD       | V50      | SF+st    |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Kořeny menší 1 mm : Kořeny větší 1 mm | R:10,200 | R:16,200 | R:9,6000 | R:6,0000 |
| K                                     |          | 1,603567 | 0,160357 | 1,122497 |
| VD                                    | 1,603567 |          | 1,763924 | 2,726065 |
| V50                                   | 0,160357 | 1,763924 |          | 0,962140 |
| SF+st                                 | 1,122497 | 2,726065 | 0,962140 |          |

Tab. 12: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na poměr kořenů menších 1 mm a kořenů větších 1 mm, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 9 je patrné, že vliv hnojivových přípravků na kořeny dosáhl celkově statistického významu, jelikož v tomto případě podporujeme kořeny menší jednoho milimetru. Na kontrolní variantě dosáhl sledovaný parametr průměrných 0,6. U varianty Vermaktiv byla zaznamenána statisticky srovnatelná hodnota v kontrastu s kontrolou. U další varianty Silvamix® F + stimulátor byla zjištěna průkazně nejvýznamnější hodnota, která činí 0,42. Tato hodnota dosáhla 76 % z průměru zjištěného na kontrole, je zde tedy zřejmý statistický význam. Nejvýše naměřená hodnota byla na variantě Vápnitý dolomit. Zde byla průměrná hodnota 0,8. Jedná se sice o nejvýše naměřenou hodnotu, ale pro získávání vody a minerální živiny z půdy jsou důležitější jemnější kořínky.

## Vliv hnojivových přípravků na nadzemní část



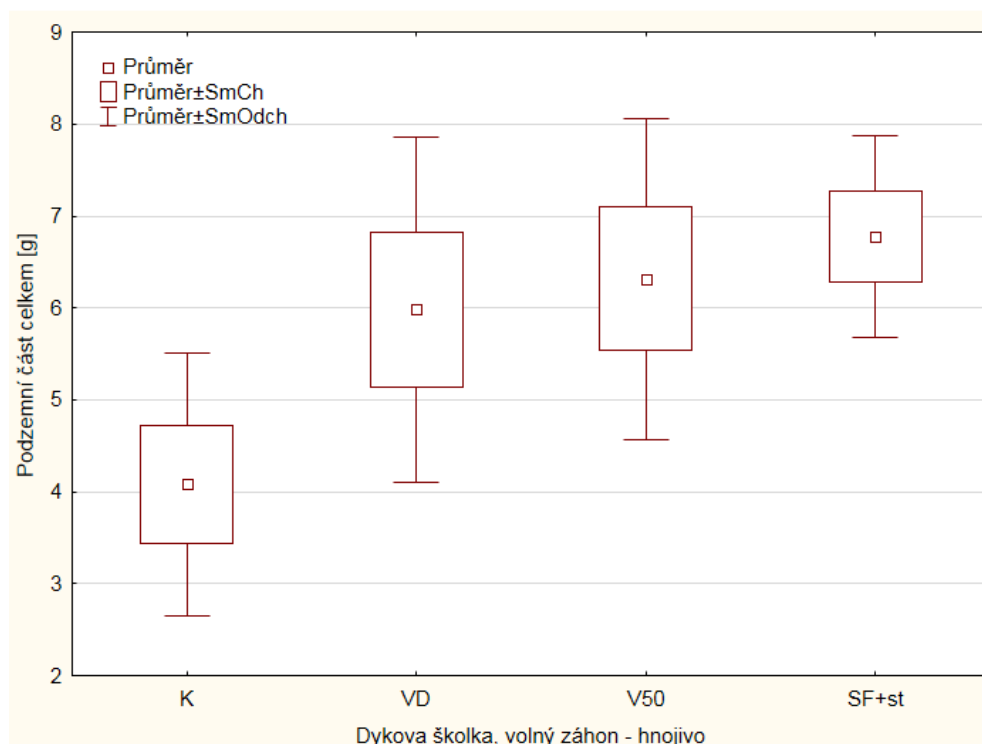
Obr. 10: Vliv hnojivových přípravků na nadzemní část ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

| Závislá:                 | K               | VD       | V50      | SF+st           |
|--------------------------|-----------------|----------|----------|-----------------|
| Nadzemní část celkem [g] | R:5,6000        | R:8,4000 | R:10,000 | R:18,000        |
| K                        |                 | 0,748331 | 1,175949 | <b>3,314039</b> |
| VD                       | 0,748331        |          | 0,427618 | 2,565708        |
| V50                      | 1,175949        | 0,427618 |          | 2,138090        |
| SF+st                    | <b>3,314039</b> | 2,565708 | 2,138090 |                 |

Tab. 13: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na nadzemní část, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 10 je zřejmé, že nadzemní část ošetřených sazenic byla použitými hnojivy ovlivněna celkově statisticky významně. Na nepřihnojené variantě dosáhla sledovaná veličina průměrných 7, 25 g. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou mírně vyšší hodnoty. Hodnoty na těchto variantách kolísají v rozmezí 23 - 38 %. Průkazně vyšší a statisticky nejvýznamnější hodnota byla zjištěna na variantě ošetřené přípravkem Silvamix® F + stimulátor. Hodnota u tohoto hnojiva byla vyšší o 146 % v porovnání s kontrolou. Pozitivní vliv posledního hnojiva na růst sazenic smrku ztepilého je tedy výrazný.

## Vliv hnojivových přípravků na podzemní část sazenic



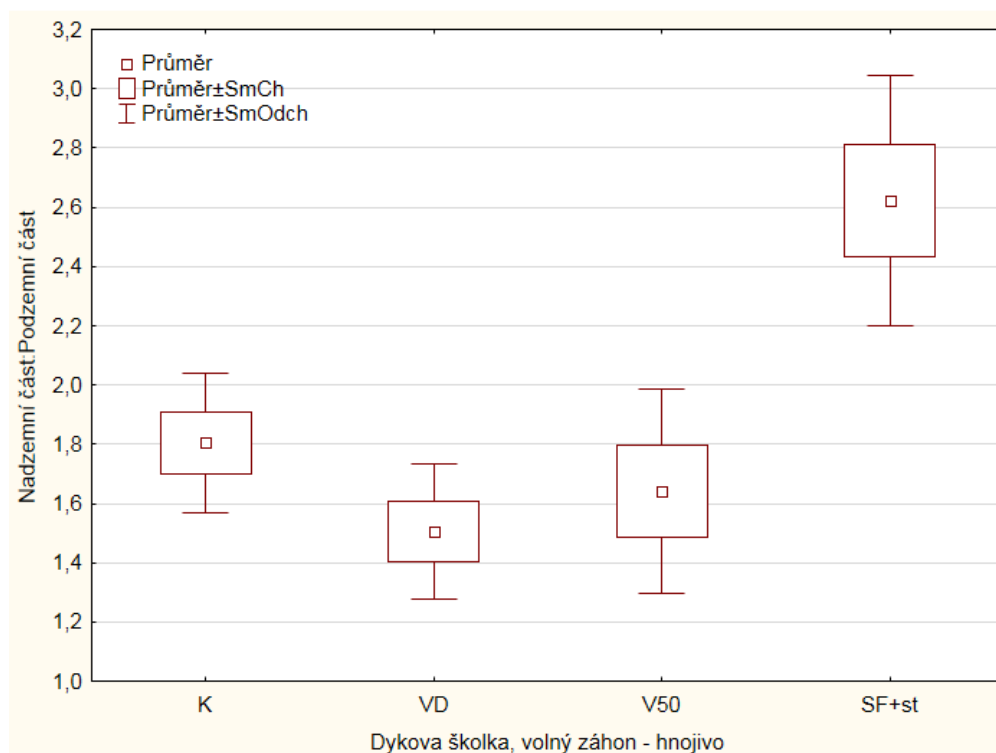
Obr. 11: Vliv hnojivových přípravků na podzemní část ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

| Závislá:                 | K        | VD       | V50      | SF+st    |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Podzemní část celkem [g] | R:5,4000 | R:10,200 | R:12,000 | R:14,400 |
| K                        |          | 1,282854 | 1,763924 | 2,405351 |
| VD                       | 1,282854 |          | 0,481070 | 1,122497 |
| V50                      | 1,763924 | 0,481070 |          | 0,641427 |
| SF+st                    | 2,405351 | 1,122497 | 0,641427 |          |

Tab. 14: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na podzemní část, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z tab. 11 je patrné, že výsledné hodnoty podzemní části ošetřených sazenic v ohledu na použitá hnojiva nedosáhly statistického významu. Na nepřihnojené sazenici dosáhl sledovaný parametr průměrných 4,1 g. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s kontrolní sazenicí mírně vyšší, statisticky nevýznamné rozdíly. Zmíněné varianty jsou takřka srovnatelné. Byl zde zaznamenán nárůst v rozmezí 47 - 55 %. Statisticky průkaznější hodnota dosáhla na variantě ošetřené přípravkem Silvamix® F + stimulátor. Hodnota na této variantě byla vyšší o 66 % v porovnání s kontrolou. Vliv tohoto hnojiva se zde neprojevil statisticky významně, avšak v celkovém hledisku se jedná o nejvýraznější dopad hnojiva na růst smrkových sazenic.

## Vliv hnojivových přípravků na poměr nadzemní a podzemní části



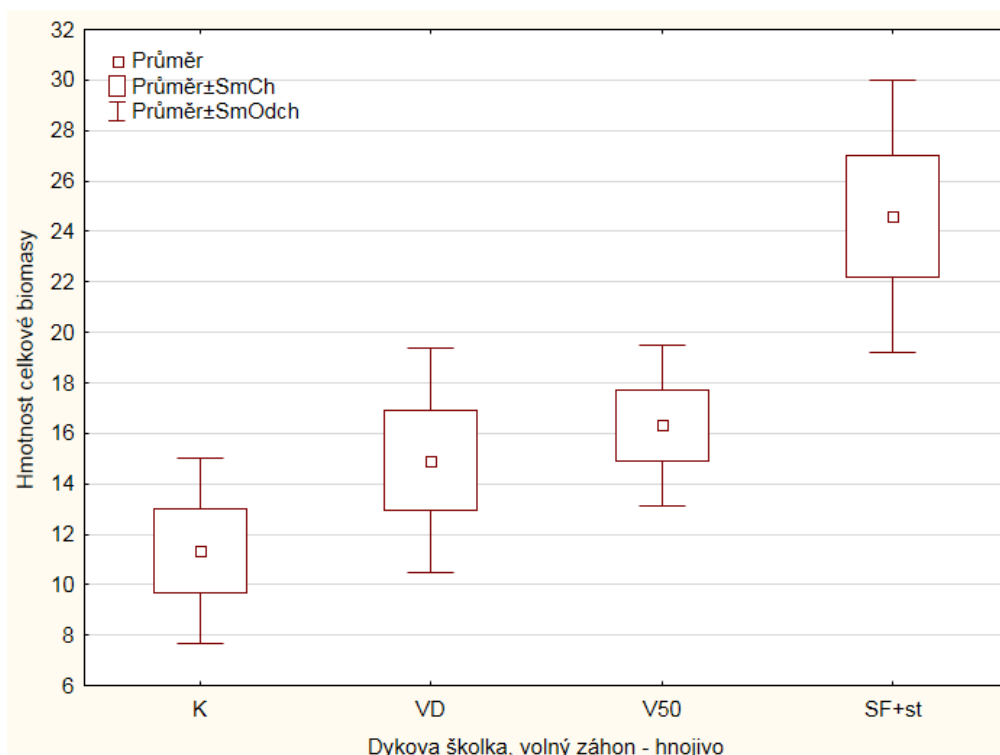
Obr. 12: Vliv hnojivových přípravků na poměr nadzemní a podzemní části ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

| Závislá:                     | K         | VD              | V50       | SF+st           |
|------------------------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|
| Nadzemní část: Podzemní část | R: 11,000 | R: 6,0000       | R: 8,0000 | R: 17,000       |
| K                            |           | 1,336306        | 0,801784  | 1,603567        |
| VD                           | 1,336306  |                 | 0,534522  | <b>2,939874</b> |
| V50                          | 0,801784  | 0,534522        |           | 2,405351        |
| SF+st                        | 1,603567  | <b>2,939874</b> | 2,405351  |                 |

Tab. 15: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na poměr nadzemní a podzemní části, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z tab. 12 je zřejmé, že poměr nadzemní a podzemní části ošetřených sazenic byl použitými hnojivy ovlivněn celkově statisticky významně. Na variantě kontrola dosáhl sledovaný parametr průměrných 1,8. Dopad hnojiv u variant Vápnitý dolomit (VD) a Vermaktiv se statisticky neprojevil, nicméně snížení je zde dobře patrné. Hodnoty na těchto variantách dosahují 83 – 91 % z průměru zjištěného na kontrole. Průkazné výsledky byly zjištěny na variantě ošetřené přípravkem Silvamix® F + stimulator (SF+st). Hodnota na této variantě dosahuje 145 % z průměru zjištěného na kontrole. Dobře patrný rozdíl jde vidět u SF+st ve vztahu k VD. Vápnitý dolomit představuje nejspodnější hodnotu s průměrem 1,5. Pozitivní vliv hnojiva SF+st je tedy na růst sazenic smrku ztepilého nejvýraznější.

## Vliv hnojivových přípravků na hmotnost celkové biomasy



Obr. 13: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost celkové biomasy ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

| Závislá:                 | K               | VD       | V50      | SF+st           |
|--------------------------|-----------------|----------|----------|-----------------|
| Hmotnost celkové biomasy | R:5,2000        | R:9,0000 | R:10,600 | R:17,200        |
| K                        |                 | 1,015593 | 1,443211 | <b>3,207135</b> |
| VD                       | 1,015593        |          | 0,427618 | 2,191542        |
| V50                      | 1,443211        | 0,427618 |          | 1,763924        |
| SF+st                    | <b>3,207135</b> | 2,191542 | 1,763924 |                 |

Tab. 16: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost celkové biomasy, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 13 je patrné, že hmotnost celkové biomasy ošetřených sazenic byla použitými hnojivy ovlivněna celkově statisticky významně. Na variantě kontrola dosáhl zmíněný parametr průměrných 11,3 g. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s nepřihnojenou sazenicí mírně zvýšené hodnoty. Byl zde zaznamenán nárůst v rozmezí 32 - 44 %. Nejvýraznější efekt byl zjištěn na variantě ošetřené přípravkem Silvamix® F + stimulátor. Byla zde zjištěna statisticky nejvyšší hodnota, která dosáhla průkazných 217 % z průměru zjištěného na kontrole. Pozitivní vliv tohoto hnojiva na hmotnost celkové biomasy sazenic smrku ztepilého je tedy výrazný.

### 5.1.1 Reprezentativní výběr z LŠ Dykova



Kontrola, Vápnitý dolomit, Vermaktiv 1:50, Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor

Obr. 14: Reprezentativní výběr vypreparovaných sazenic z LŠ Dykova – z leva do prava (foto Češek 2014)

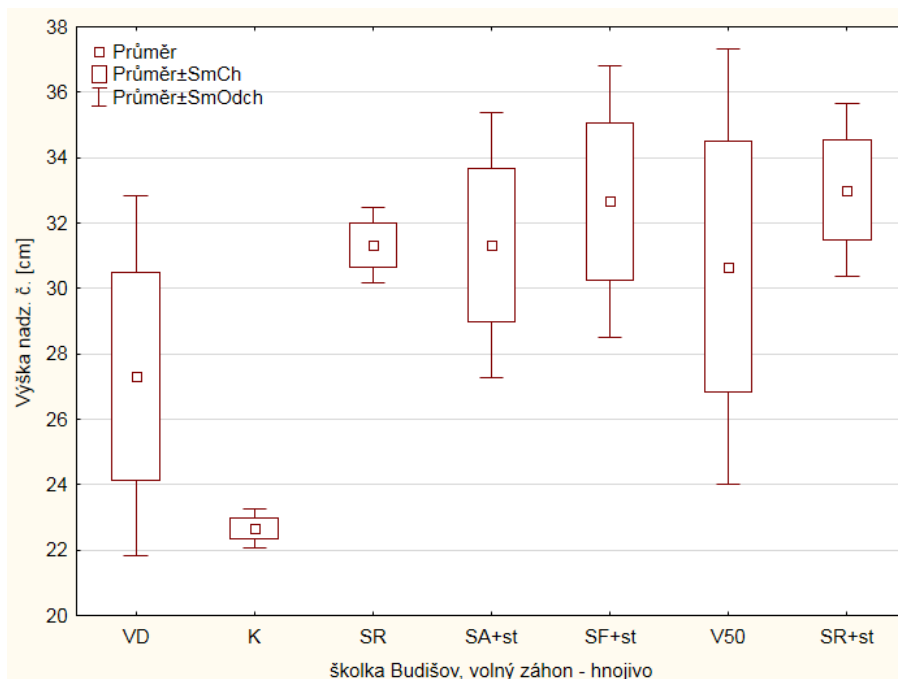


Kontrola, Vápnitý dolomit, Vermaktiv 1:50, Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor

Obr. 15: Detail kořenového systému sazenic (obr. XX) z LŠ Dykova – z leva do prava (foto Češek 2014)

## 5.2 Lesní školka Budišov

### Vliv hnojivových přípravků na výšku nadzemní části



Obr. 16: Vliv hnojivových přípravků na výšku nadzemní části ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

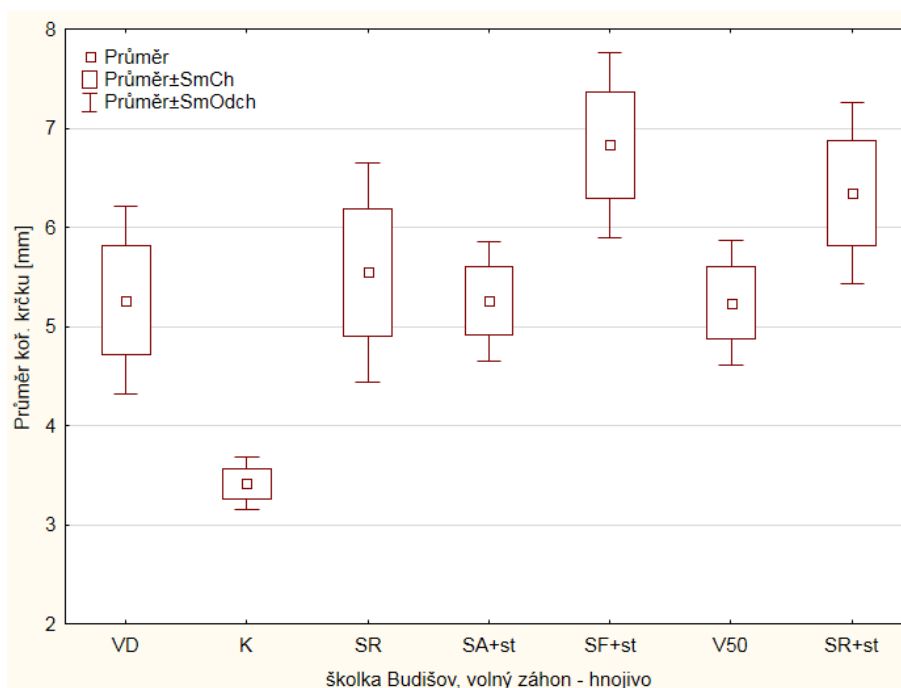
| Závislá:            | VD       | K        | SR       | SA+st    | SF+st    | V50      | SR+st    |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Výška nadz. č. [cm] | R:7,3333 | R:3,3333 | R:12,500 | R:11,667 | R:14,167 | R:12,833 | R:15,167 |
| VD                  |          | 0,789542 | 1,019825 | 0,855337 | 1,348801 | 1,085620 | 1,546186 |
| K                   | 0,789542 |          | 1,809367 | 1,644879 | 2,138343 | 1,875162 | 2,335729 |
| SR                  | 1,019825 | 1,809367 |          | 0,164488 | 0,328976 | 0,065795 | 0,526361 |
| SA+st               | 0,855337 | 1,644879 | 0,164488 |          | 0,493464 | 0,230283 | 0,690849 |
| SF+st               | 1,348801 | 2,138343 | 0,328976 | 0,493464 |          | 0,263181 | 0,197386 |
| V50                 | 1,085620 | 1,875162 | 0,065795 | 0,230283 | 0,263181 |          | 0,460566 |
| SR+st               | 1,546186 | 2,335729 | 0,526361 | 0,690849 | 0,197386 | 0,460566 |          |

Tab. 17: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na výšku nadzemní části, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 16 je patrné, že nadzemní výška ošetřených sazenic byla použitými hnojivy ovlivněna celkově statisticky významně. Na variantě kontrola dosáhla sledovaná veličina průměrných 22,7 cm. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s nepřihnojenou variantou mírně vyšší hodnoty. Byl zde zaznamenán nárůst v rozmezí 21 - 35 %, nicméně statistického významu tento rozdíl nedosahuje. U dalších variant Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor a Silvamix<sup>®</sup> A + stimulátor byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou také mírně vyšší hodnoty. Byl zde zaznamenán nárůst v rozmezí 38 - 44 %. U varianty Silvamix<sup>®</sup> R byla zaznamenána v kontrastu s kontrolní sazenicí mírně vyšší hodnota. Byl zde zaznamenán nárůst 38 %. Nejvýraznější vliv byl zjištěn na variantě ošetřené přípravkem Silvamix<sup>®</sup> R + stimulátor. Hodnota na této variantě dosáhla 146 % z průměru zjištěného na kontrole. Pozitivní vliv tohoto hnojiva na sledovaný parametr sazenic smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karsten) je nejvýraznější.



## Vliv hnojivových přípravků na průměr kořenového krčku



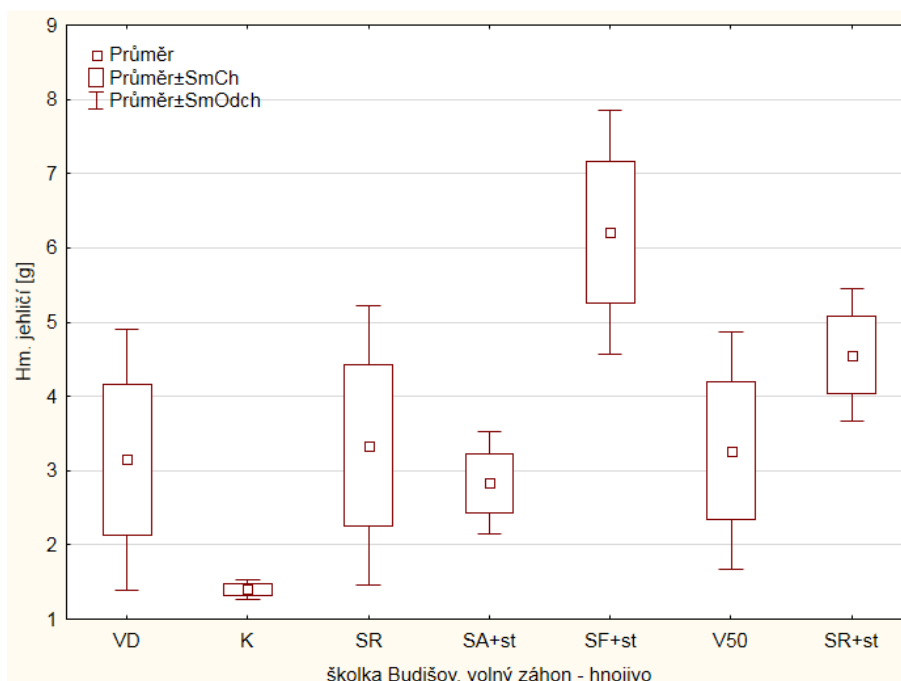
Obr. 17: Vliv hnojivových přípravků na průměr kořenového krčku ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

| Závislá:               | VD       | K        | SR       | SA+st    | SF+st    | V50      | SR+st    |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Průměr koř. krčku [mm] | R:10,000 | R:2,0000 | R:11,000 | R:9,3333 | R:18,333 | R:11,000 | R:15,333 |
| VD                     |          | 1,579084 | 0,197386 | 0,131590 | 1,644879 | 0,197386 | 1,052723 |
| K                      | 1,579084 |          | 1,776470 | 1,447494 | 3,223963 | 1,776470 | 2,631807 |
| SR                     | 0,197386 | 1,776470 |          | 0,328976 | 1,447494 | 0,000000 | 0,855337 |
| SA+st                  | 0,131590 | 1,447494 | 0,328976 |          | 1,776470 | 0,328976 | 1,184313 |
| SF+st                  | 1,644879 | 3,223963 | 1,447494 | 1,776470 |          | 1,447494 | 0,592157 |
| V50                    | 0,197386 | 1,776470 | 0,000000 | 0,328976 | 1,447494 |          | 0,855337 |
| SR+st                  | 1,052723 | 2,631807 | 0,855337 | 1,184313 | 0,592157 | 0,855337 |          |

Tab. 18: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na průměr kořenového krčku, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 17 je zřejmé, že průměr kořenového krčku ošetřených sazenic byl použitými hnojivy ovlivněn celkově statisticky významně. Na variantě kontrola dosáhl sledovaný parametr průměrných 3,4 mm. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou mírně vyšší hodnoty. Byl zde zaznamenán nárůst v rozmezí 53 - 54 %. U dalších variant Silvamix<sup>®</sup> R + stimulátor a Silvamix<sup>®</sup> A + stimulátor byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou vyšší hodnoty. Byl zde zaznamenán nárůst v rozmezí 54 - 86 %. U varianty Silvamix<sup>®</sup> R byla zaznamenána v kontrastu s kontrolou vyšší hodnota. Zde byl zaznamenán nárůst 62 %. Nejvýraznější efekt byl zjištěn na variantě ošetřené přípravkem Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor. Hodnota u tohoto přípravku byla statisticky nejvíce průkazná a dosáhla 200 % z průměru zjištěného na kontrole. Pozitivní vliv tohoto hnojiva na průměr kořenového krčku smrku ztepilého je tedy nejvýraznější.

## Vliv hnojivových přípravků na hmotnost jehličí



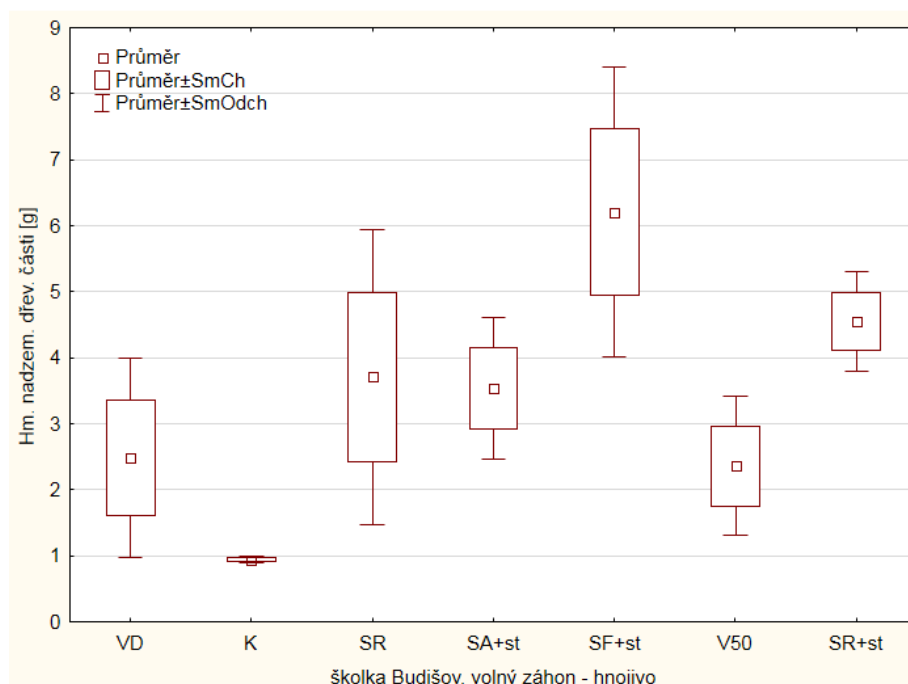
Obr. 18: Vliv hnojivových přípravků na celkovou hmotnost jehličí ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

| Závislá:        | VD       | K               | SR       | SA+st    | SF+st           | V50      | SR+st    |
|-----------------|----------|-----------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|
| Hm. jehličí [g] | R:10,000 | R:2,0000        | R:10,667 | R:9,6667 | R:18,667        | R:10,667 | R:15,333 |
| VD              |          | 1,579084        | 0,131590 | 0,065795 | 1,710674        | 0,131590 | 1,052723 |
| K               | 1,579084 |                 | 1,710674 | 1,513289 | <b>3,289758</b> | 1,710674 | 2,631807 |
| SR              | 0,131590 | 1,710674        |          | 0,197386 | 1,579084        | 0,000000 | 0,921132 |
| SA+st           | 0,065795 | 1,513289        | 0,197386 |          | 1,776470        | 0,197386 | 1,118518 |
| SF+st           | 1,710674 | <b>3,289758</b> | 1,579084 | 1,776470 |                 | 1,579084 | 0,657952 |
| V50             | 0,131590 | 1,710674        | 0,000000 | 0,197386 | 1,579084        |          | 0,921132 |
| SR+st           | 1,052723 | 2,631807        | 0,921132 | 1,118518 | 0,657952        | 0,921132 |          |

Tab. 19: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na celkovou hmotnost jehličí, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 18 je patrné, že celková hmotnost jehličí ošetřených sazenic byla použitými hnojivy ovlivněna celkově statisticky významně. Na kontrolní sazenici dosáhl sledovaný parametr průměru 1,4 g. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou vyšší hodnoty. Na těchto variantách je průměr 3,15 a 3,27 g. U dalších variant Silvamix® R a Silvamix® A + stimulant byly hodnoty v porovnání s nepřihnojenou variantou opět vyšší. Průměr zde dosáhl 2,84 a 3,34 g. U další varianty Silvamix® R + stimulant byla zaznamenána v kontrastu s nepřihnojenou sazenicí také vyšší hodnota. Průměr na této variantě je 4,56 g. Nejvýraznější vliv byl zjištěn na variantě ošetřené přípravkem Silvamix® F + stimulant. Byla zde zjištěna statisticky významná hodnota, která dosáhla průměru 6,21 g. Pozitivní vliv tohoto hnojiva na hmotnost jehličí smrku ztepilého je tedy velmi výrazný.

## Vliv hnojivových přípravků na hmotnost nadzemní dřevní části



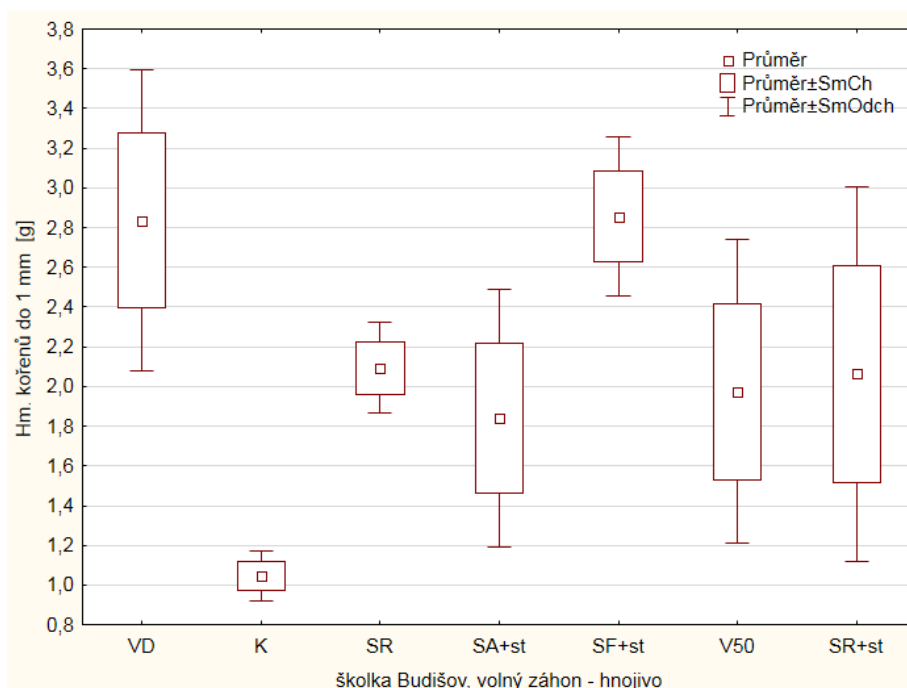
Obr. 19: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost nadzemní dřevní části ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

| Závislá:                    | VD       | K               | SR       | SA+st    | SF+st           | V50      | SR+st    |
|-----------------------------|----------|-----------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|
| Hm. nadzem. dřev. části [g] | R:9,0000 | R:2,0000        | R:12,000 | R:12,500 | R:18,000        | R:7,3333 | R:16,167 |
| VD                          |          | 1,381699        | 0,592157 | 0,690849 | 1,776470        | 0,328976 | 1,414596 |
| K                           | 1,381699 |                 | 1,973855 | 2,072548 | <b>3,158168</b> | 1,052723 | 2,796295 |
| SR                          | 0,592157 | 1,973855        |          | 0,098693 | 1,184313        | 0,921132 | 0,822440 |
| SA+st                       | 0,690849 | 2,072548        | 0,098693 |          | 1,085620        | 1,019825 | 0,723747 |
| SF+st                       | 1,776470 | <b>3,158168</b> | 1,184313 | 1,085620 |                 | 2,105445 | 0,361873 |
| V50                         | 0,328976 | 1,052723        | 0,921132 | 1,019825 | 2,105445        |          | 1,743572 |
| SR+st                       | 1,414596 | 2,796295        | 0,822440 | 0,723747 | 0,361873        | 1,743572 |          |

Tab. 20: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost nadzemní dřevní části, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 19 je zřejmé, že hmotnost nadzemní dřevní části ošetřených sazenic byla použitými hnojivy ovlivněna v celkovém hledisku statisticky významně. Na variantě kontrola dosáhl sledovaný parametr průměrných 0,9 g. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s kontrolní sazenicí vyšší hodnoty. Byl zde zaznamenán nárůst v rozmezí 152 - 165 %. U dalších variant Silvamix<sup>®</sup> R a Silvamix<sup>®</sup> A + stimulátor byly zaznamenány v kontrastu s nepřihnojenou variantou vyšší hodnoty. Na těchto variantách kolísají hodnoty v rozmezí 278 - 296 %. U varianty Silvamix<sup>®</sup> R + stimulátor byla zaznamenána v kontrastu s kontrolou také vyšší hodnota. Byl zde zaznamenán nárůst 386 %. Nejvýraznější efekt byl zjištěn na variantě ošetřené přípravkem Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor. Hodnota na této variantě dosáhla 663 % z průměru zjištěného na kontrole. Pozitivní vliv tohoto hnojiva na růst sazenic smrku ztepilého je nejvýraznější.

## Vliv hnojivových přípravků na hmotnost kořenů do 1 mm (g)



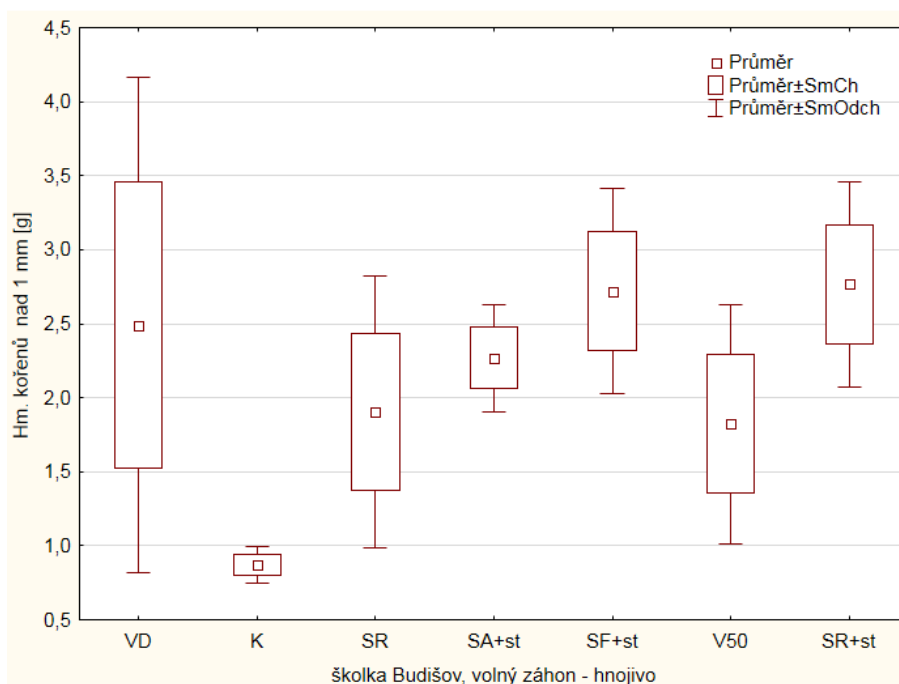
Obr. 20: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost kořenů do 1 mm (g) ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

| Závislá:               | VD       | K        | SR       | SA+st    | SF+st    | V50      | SR+st    |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Hm. kořenů do 1 mm [g] | R:16,667 | R:2,0000 | R:11,333 | R:9,3333 | R:17,000 | R:9,6667 | R:11,000 |
| VD                     |          | 2,894987 | 1,052723 | 1,447494 | 0,065795 | 1,381699 | 1,118518 |
| K                      | 2,894987 |          | 1,842265 | 1,447494 | 2,960783 | 1,513289 | 1,776470 |
| SR                     | 1,052723 | 1,842265 |          | 0,394771 | 1,118518 | 0,328976 | 0,065795 |
| SA+st                  | 1,447494 | 1,447494 | 0,394771 |          | 1,513289 | 0,065795 | 0,328976 |
| SF+st                  | 0,065795 | 2,960783 | 1,118518 | 1,513289 |          | 1,447494 | 1,184313 |
| V50                    | 1,381699 | 1,513289 | 0,328976 | 0,065795 | 1,447494 |          | 0,263181 |
| SR+st                  | 1,118518 | 1,776470 | 0,065795 | 0,328976 | 1,184313 | 0,263181 |          |

Tab. 21: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost kořenů do 1 mm (g), výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 20 je čitelné, že hmotnost kořenů do 1 mm (g) ošetřených sazenic byla použitými hnojivy ovlivněna celkově statisticky významně. Na kontrolní sazenici dosáhl sledovaný parametr průměrný 1 g. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s nepřihnojenou variantou vyšší hodnoty. Byl zde zaznamenán nárůst v rozmezí 89 - 172 %. U dalších variant Silvamix<sup>®</sup> R a Silvamix<sup>®</sup> A+ stimulator byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou také vyšší hodnoty. Na těchto variantách hodnoty dosahují 76 - 100 %. U varianty Silvamix<sup>®</sup> R + stimulator byla zjištěna v kontrastu s kontrolou vyšší hodnota. Byl zde zaznamenán nárůst 98 %. Nejvýraznější vliv hnojiva byl zjištěn na variantě ošetřené přípravkem Silvamix<sup>®</sup> F + stimulator. Hodnota byla vyšší o 174 % v porovnání s kontrolou. Pozitivní vliv tohoto hnojiva na sledovanou veličinu sazenic smrku ztepilého je tedy velmi výrazný.

## Vliv hnojivových přípravků na hmotnost kořenů nad 1 mm (g)



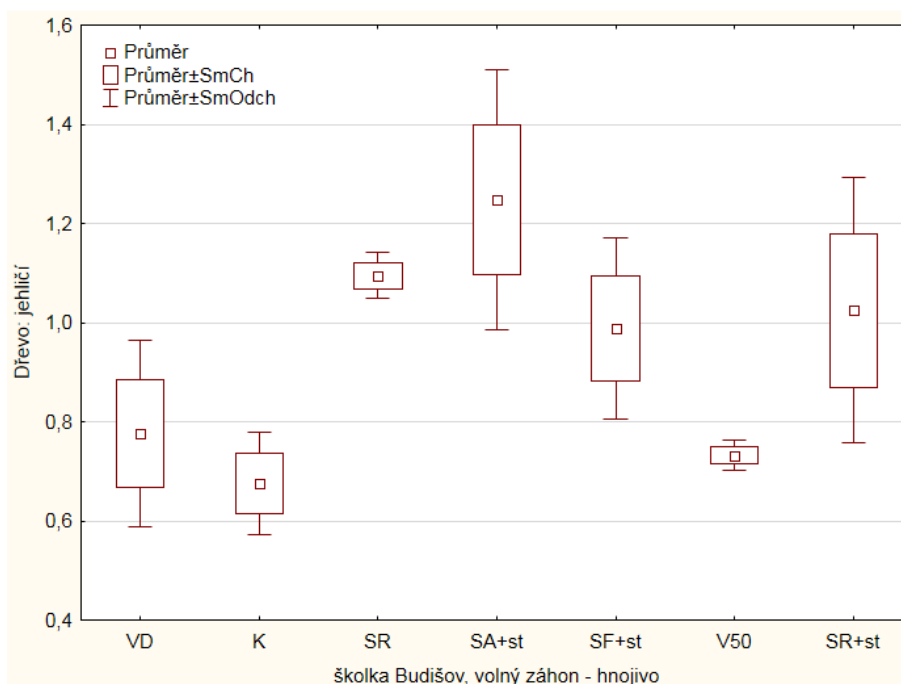
Obr. 21: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost kořenů nad 1 mm (g) ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

| Závislá:                | VD       | K        | SR       | SA+st    | SF+st    | V50      | SR+st    |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Hm. kořenů nad 1 mm [g] | R:13,000 | R:3,0000 | R:10,333 | R:11,333 | R:14,333 | R:9,6667 | R:15,333 |
| VD                      |          | 1,973855 | 0,526361 | 0,328976 | 0,263181 | 0,657952 | 0,460566 |
| K                       | 1,973855 |          | 1,447494 | 1,644879 | 2,237036 | 1,315903 | 2,434421 |
| SR                      | 0,526361 | 1,447494 |          | 0,197386 | 0,789542 | 0,131590 | 0,986928 |
| SA+st                   | 0,328976 | 1,644879 | 0,197386 |          | 0,592157 | 0,328976 | 0,789542 |
| SF+st                   | 0,263181 | 2,237036 | 0,789542 | 0,592157 |          | 0,921132 | 0,197386 |
| V50                     | 0,657952 | 1,315903 | 0,131590 | 0,328976 | 0,921132 |          | 1,118518 |
| SR+st                   | 0,460566 | 2,434421 | 0,986928 | 0,789542 | 0,197386 | 1,118518 |          |

Tab. 22: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost kořenů nad 1 mm (g), výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 21 je zřejmé, že hmotnost kořenů nad 1 mm (g) ošetřených sazenic nedosáhla statistického významu, jak je i patrné z tab. 18. Na kontrolní sazenici dosáhl sledovaný parametr průměrných 0,9 g. U variant Vermaktiv a Vápnitý dolomit byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou vyšší hodnoty. Průměr zde dosáhl 1,8 g a 2,5 g. U dalších variant Silvamix<sup>®</sup> R a Silvamix<sup>®</sup> A + stimulátor byly zjištěny v kontrastu s nepřihnojenou sazenicí vyšší hodnoty. Na těchto variantách je průměr 1,9 g a 2,3 g. U varianty Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor byla zaznamenána v kontrastu s kontrolou také vyšší hodnota. Průměr na této variantě je 2,7 g. Nejvýraznější efekt byl zjištěn na variantě ošetřené přípravkem Silvamix<sup>®</sup> R + stimulátor. Byla zde zjištěna hodnota, která dosáhla průměru 2,8 g. Pozitivní vliv tohoto hnojiva na hmotnost kořenů sazenic smrku ztepilého je nejvýznamnější.

## Vliv hnojivových přípravků na poměr dřeva a jehličí



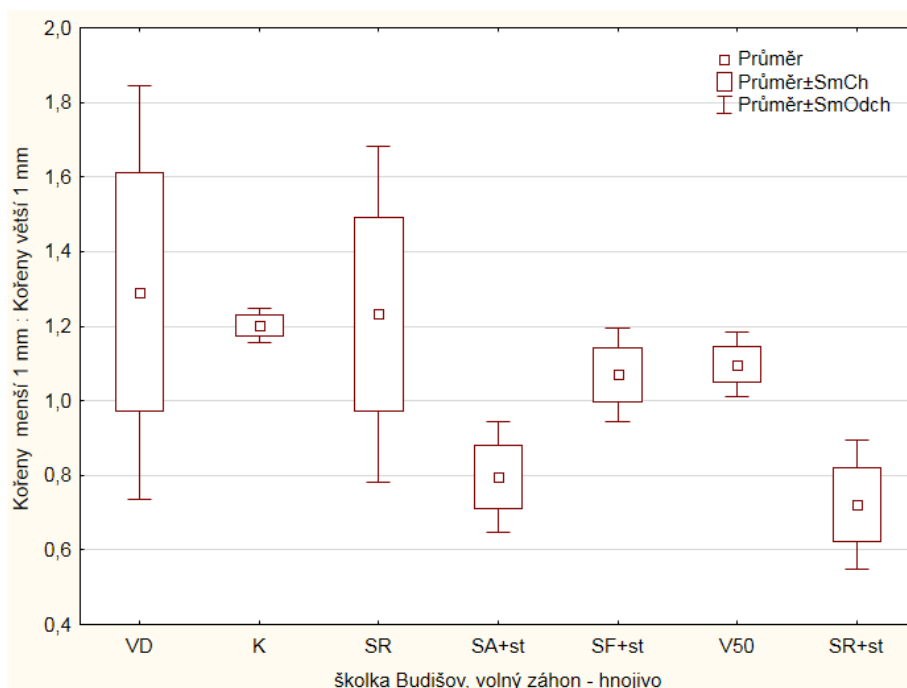
Obr. 22: Vliv hnojivových přípravků na poměr dřeva a jehličí ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

| Závislá:       | VD        | K         | SR        | SA+st     | SF+st     | V50       | SR+st     |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Dřevo: jehličí | R: 7,3333 | R: 4,0000 | R: 16,000 | R: 17,667 | R: 13,333 | R: 5,0000 | R: 13,667 |
| VD             |           | 0,657952  | 1,710674  | 2,039650  | 1,184313  | 0,460566  | 1,250108  |
| K              | 0,657952  |           | 2,368626  | 2,697602  | 1,842265  | 0,197386  | 1,908060  |
| SR             | 1,710674  | 2,368626  |           | 0,328976  | 0,526361  | 2,171241  | 0,460566  |
| SA+st          | 2,039650  | 2,697602  | 0,328976  |           | 0,855337  | 2,500216  | 0,789542  |
| SF+st          | 1,184313  | 1,842265  | 0,526361  | 0,855337  |           | 1,644879  | 0,065795  |
| V50            | 0,460566  | 0,197386  | 2,171241  | 2,500216  | 1,644879  |           | 1,710674  |
| SR+st          | 1,250108  | 1,908060  | 0,460566  | 0,789542  | 0,065795  | 1,710674  |           |

Tab. 23: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na poměr dřeva a jehličí, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z tab. 23 je patrné, že poměr dřeva a jehličí ošetřených sazenic nedosáhl statistického významu. Na kontrolní sazenici dosáhl sledovaný parametr průměrných 0,7. U variant Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou nepatrně vyšší hodnoty. Byl zjištěn nárůst v rozmezí 8 - 15 %, nicméně statistického významu tento rozdíl nedosahuje. U dalších variant Silvamix<sup>®</sup> R a Silvamix<sup>®</sup> R + stimulant byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou vyšší hodnoty. Hodnoty na těchto variantách kolísají v rozmezí 52 - 62 %. U varianty Silvamix<sup>®</sup> F + stimulant byla zaznamenána v kontrastu s kontrolní sazenicí mírně vyšší hodnota. Byl zde zaznamenán nárůst 46 %. Nejvýraznější výsledek byl zjištěn na variantě ošetřené přípravkem Silvamix<sup>®</sup> A + stimulant. Hodnota na této variantě byla vyšší o 85 % v porovnání s kontrolou. Pozitivní vliv tohoto přípravku na poměr dřeva a jehličí u sazenic smrku ztepilého je nejvýraznější, avšak z celkového hlediska je i tato hodnota statisticky nevýznamná.

## Vliv hnojivových přípravků na poměr kořenů menších 1 mm, kořenů větších 1 mm



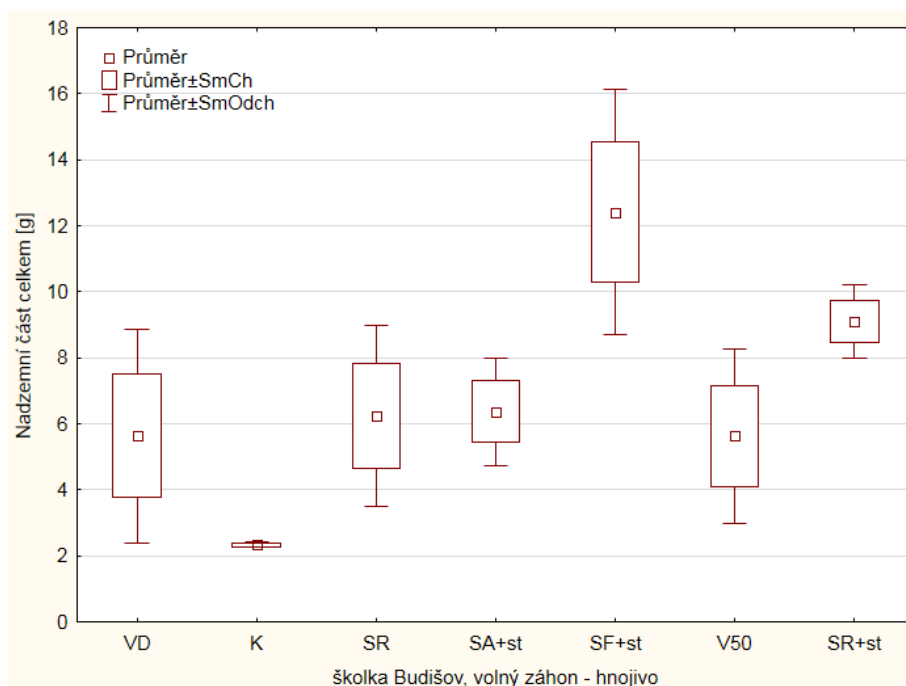
Obr. 23: Vliv hnojivových přípravků na poměr kořenů menších 1 mm, kořenů větších 1 mm ošetřených sazenic po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

| Závislá:                              | VD       | K        | SR       | SA+st    | SF+st    | V50      | SR+st    |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Kořeny menší 1 mm : Kořeny větší 1 mm | R:13,333 | R:16,667 | R:14,333 | R:4,6667 | R:12,000 | R:12,333 | R:3,6667 |
| VD                                    |          | 0,657952 | 0,197386 | 1,710674 | 0,263181 | 0,197386 | 1,908060 |
| K                                     | 0,657952 |          | 0,460566 | 2,368626 | 0,921132 | 0,855337 | 2,566012 |
| SR                                    | 0,197386 | 0,460566 |          | 1,908060 | 0,460566 | 0,394771 | 2,105445 |
| SA+st                                 | 1,710674 | 2,368626 | 1,908060 |          | 1,447494 | 1,513289 | 0,197386 |
| SF+st                                 | 0,263181 | 0,921132 | 0,460566 | 1,447494 |          | 0,065795 | 1,644879 |
| V50                                   | 0,197386 | 0,855337 | 0,394771 | 1,513289 | 0,065795 |          | 1,710674 |
| SR+st                                 | 1,908060 | 2,566012 | 2,105445 | 0,197386 | 1,644879 | 1,710674 |          |

Tab. 24: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na poměr kořenů menších 1 mm a kořenů větších 1 mm, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 23 je zřejmé, že vliv hnojiv na kořeny ošetřených sazenic dosáhl celkově statistického významu, jelikož podporujeme kořeny menší 1 mm. Na variantě kontrola dosáhl sledovaný parametr průměru 1,2. U variant Silvamix® R + stimulátor (+ st) a Silvamix® A + st byly zaznamenány v kontrastu s nepřihnojenou sazenicí průměry 0,72 a 0,8. Tyto hodnoty jsou průkazně nižší v porovnání s kontrolní sazenicí, tudíž nejvýraznějšího vlivu na kořeny bylo dosaženo přípravkem Silvamix® R + st, dosahuje tedy nejvyššího statistického významu. U dalších variant Silvamix® F + st a Vermaktiv byly zjištěny průměry 1,07 a 1,1. Jedná se již o vyšší průměry, stále však platí, že se jedná o statisticky významné hodnoty. Na variantě ošetřené přípravkem Silvamix® R je již patrná vyšší hodnota, než je hodnota u kontrolní sazenice. Průměr je zde 1,23. Poslední popisovanou variantou je Vápnitý dolomit, který má nejvýše naměřenou hodnotu. Průměr zde dosáhl 1,29. Jedná se sice o nejvyšší naměřenou hodnotu, ale pro získávání vody a minerální živiny z půdy jsou důležitější jemnější kořínky.

## Vliv hnojivových přípravků na nadzemní část



Obr. 24: Vliv hnojivových přípravků na nadzemní část ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

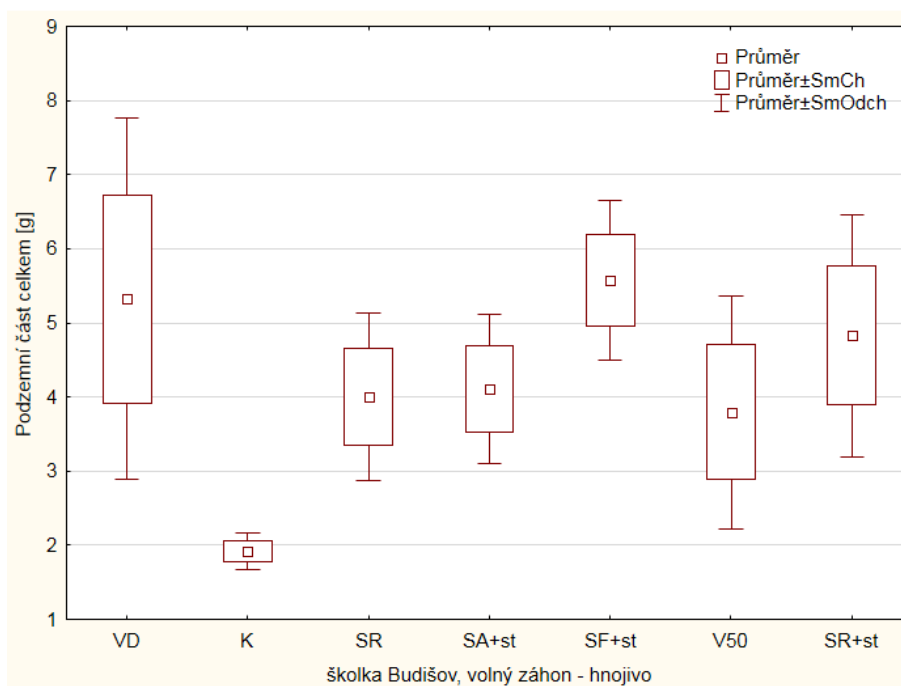
| Závislá:                 | VD       | K               | SR       | SA+st    | SF+st           | V50      | SR+st    |
|--------------------------|----------|-----------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|
| Nadzemní část celkem [g] | R:9,3333 | R:2,0000        | R:10,667 | R:10,333 | R:18,333        | R:9,6667 | R:16,667 |
| VD                       |          | 1,447494        | 0,263181 | 0,197386 | 1,776470        | 0,065795 | 1,447494 |
| K                        | 1,447494 |                 | 1,710674 | 1,644879 | <b>3,223963</b> | 1,513289 | 2,894987 |
| SR                       | 0,263181 | 1,710674        |          | 0,065795 | 1,513289        | 0,197386 | 1,184313 |
| SA+st                    | 0,197386 | 1,644879        | 0,065795 |          | 1,579084        | 0,131590 | 1,250108 |
| SF+st                    | 1,776470 | <b>3,223963</b> | 1,513289 | 1,579084 |                 | 1,710674 | 0,328976 |
| V50                      | 0,065795 | 1,513289        | 0,197386 | 0,131590 | 1,710674        |          | 1,381699 |
| SR+st                    | 1,447494 | 2,894987        | 1,184313 | 1,250108 | 0,328976        | 1,381699 |          |

Tab. 25: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na nadzemní část, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 24 je patrné, že nadzemní část ošetřených sazenic byla použitými hnojivy ovlivněna statisticky významně. Na variantě kontrola dosáhl sledovaný parametr průměru 2,3 g. U variantě Vápnitý dolomit a Vermaktiv byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou vyšší hodnoty. Hodnota na těchto variantách je stejná. Byl zde zaznamenán nárůst 141 %. U dalších variant Silvamix<sup>®</sup> R a Silvamix<sup>®</sup> A + stimulant byly zaznamenány v kontrastu s nepřihnojenou sazenicí vyšší výsledky. Hodnoty na těchto variantách kolísají v rozmezí 167 – 173 %. U další varianty Silvamix<sup>®</sup> R + stimulant byla zaznamenána v kontrastu s kontrolou vyšší hodnota. Byl zde zaznamenán nárůst 290 %. Nejvýraznější hodnota byla zjištěna na variantě ošetřené přípravkem Silvamix<sup>®</sup> F + stimulant, která byla vyšší o 432 % v porovnání s kontrolou. Pozitivní vliv tohoto hnojiva na nadzemní část sazenic smrku ztepilého je nejvíce čitelný.



## Vliv hnojivových přípravků na podzemní část



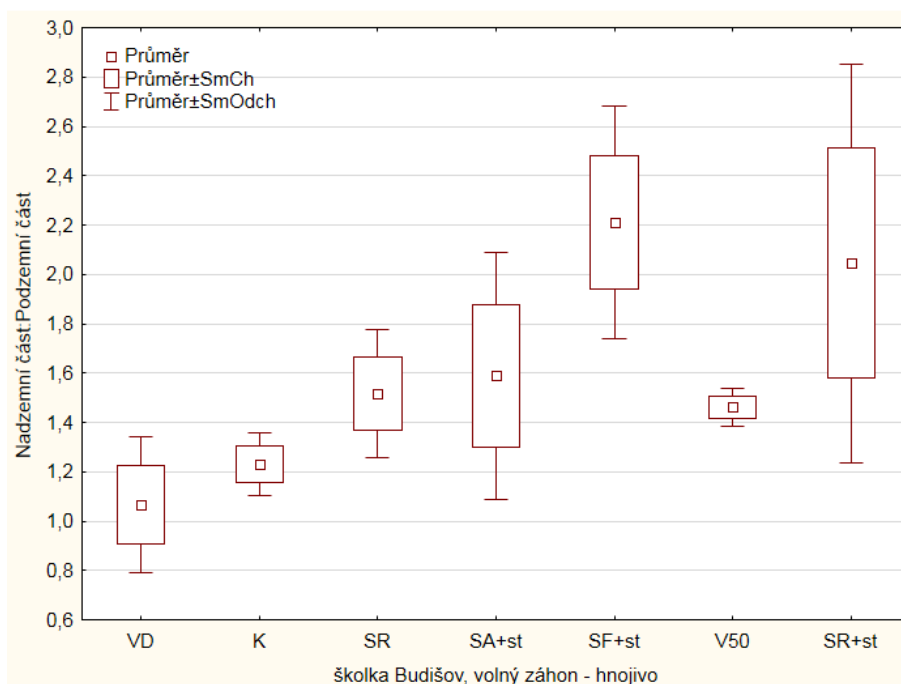
Obr. 25: Vliv hnojivových přípravků na podzemní část ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

| Závislá:                 | VD       | K        | SR       | SA+st    | SF+st    | V50      | SR+st    |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Podzemní část celkem [g] | R:14,667 | R:2,0000 | R:10,667 | R:11,333 | R:16,333 | R:9,0000 | R:13,000 |
| VD                       |          | 2,500216 | 0,789542 | 0,657952 | 0,328976 | 1,118518 | 0,328976 |
| K                        | 2,500216 |          | 1,710674 | 1,842265 | 2,829192 | 1,381699 | 2,171241 |
| SR                       | 0,789542 | 1,710674 |          | 0,131590 | 1,118518 | 0,328976 | 0,460566 |
| SA+st                    | 0,657952 | 1,842265 | 0,131590 |          | 0,986928 | 0,460566 | 0,328976 |
| SF+st                    | 0,328976 | 2,829192 | 1,118518 | 0,986928 |          | 1,447494 | 0,657952 |
| V50                      | 1,118518 | 1,381699 | 0,328976 | 0,460566 | 1,447494 |          | 0,789542 |
| SR+st                    | 0,328976 | 2,171241 | 0,460566 | 0,328976 | 0,657952 | 0,789542 |          |

Tab. 26: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na podzemní část, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z tab. 26 je zřejmé, že podzemní část ošetřených sazenic nedosáhla statistického významu. Na variantě kontrola dosáhl zmíněný parametr průměru 1,9 g. U varianty Vermaktiv byla zaznamenána v kontrastu s kontrolou vyšší hodnota. Byl zde zaznamenán nárůst 98 %, nicméně statistického významu tento rozdíl nedosahuje. U variant Silvamix<sup>®</sup> R a Silvamix<sup>®</sup> A + st byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou vyšší hodnoty. Průměrně zde byl zaznamenán nárůst v rozmezí 109 - 115 %. U dalších variant Vápnitý dolomit a Silvamix<sup>®</sup> R + st byly zaznamenány v kontrastu s nepřihnojenou sazenicí vyšší hodnoty. Byl zde zaznamenán nárůst v rozmezí 152 - 178 %. Nejvýraznější výsledek byl zjištěn na variantě ošetřené přípravkem Silvamix<sup>®</sup> F + st. Byla zde zjištěna statisticky nejvyšší hodnota, která byla vyšší o 191 % v porovnání s kontrolou. Pozitivní vliv tohoto hnojiva na růst sazenic smrku ztepilého je nejvýraznější, avšak ze statistického hlediska nevýznamný.

## Vliv hnojivových přípravků na poměr nadzemní a podzemní části



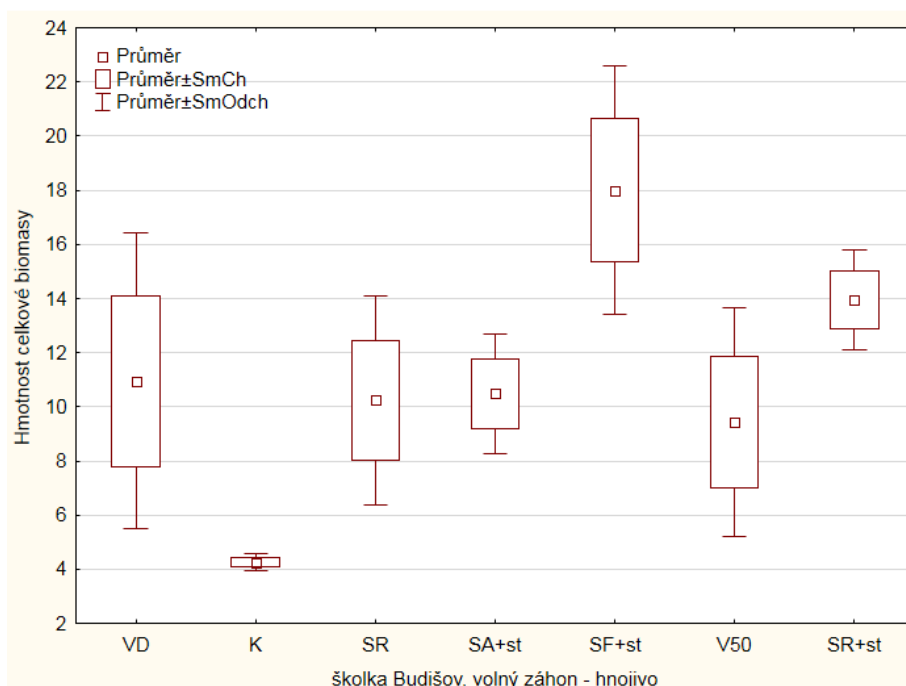
Obr. 26: Vliv hnojivových přípravků na poměr nadzemní a podzemní části ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

| Závislá:                    | VD       | K        | SR       | SA+st    | SF+st    | V50      | SR+st    |
|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Nadzemní část:Podzemní část | R:3,3333 | R:5,6667 | R:11,667 | R:10,333 | R:18,000 | R:11,667 | R:16,333 |
| VD                          |          | 0,460566 | 1,644879 | 1,381699 | 2,894987 | 1,644879 | 2,566012 |
| K                           | 0,460566 |          | 1,184313 | 0,921132 | 2,434421 | 1,184313 | 2,105445 |
| SR                          | 1,644879 | 1,184313 |          | 0,263181 | 1,250108 | 0,000000 | 0,921132 |
| SA+st                       | 1,381699 | 0,921132 | 0,263181 |          | 1,513289 | 0,263181 | 1,184313 |
| SF+st                       | 2,894987 | 2,434421 | 1,250108 | 1,513289 |          | 1,250108 | 0,328976 |
| V50                         | 1,644879 | 1,184313 | 0,000000 | 0,263181 | 1,250108 |          | 0,921132 |
| SR+st                       | 2,566012 | 2,105445 | 0,921132 | 1,184313 | 0,328976 | 0,921132 |          |

Tab. 27: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na poměr nadzemní a podzemní části, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z tab. 27 je čitelné, že poměr nadzemní a podzemní části ošetřených sazenic nebyl použitými hnojivy ovlivněn statisticky významně. Na variantě kontrola dosáhl zmiňovaný parametr průměru 1,2. U varianty Vápnitý dolomit je patrné snížení oproti kontrolní variantě. Hodnota zde dosáhla 86 % z průměru zjištěného na kontrole. U dalších variant Silvamix<sup>®</sup> R a Silvamix<sup>®</sup> A + st byly zaznamenány v kontrastu s kontrolní sazenicí mírně vyšší hodnoty. Byl zde zaznamenán nárůst v rozmezí 23 - 29 %. U dalších variant Vermaktiv a Silvamix<sup>®</sup> R + st byly zaznamenány v kontrastu s kontrolní sazenicí vyšší výsledky. Hodnoty na těchto variantách kolísají v rozmezí 19 – 66 %. Nejvýraznější efekt byl zjištěn na variantě ošetřené přípravkem Silvamix<sup>®</sup> F + st, který byl vyšší o 79 % v porovnání s nepřihnojenou sazenicí. Vliv posledního hnojiva je tedy nejvýznamnější.

## Vliv hnojivových přípravků na hmotnost celkové biomasy



Obr. 27: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost celkové biomasy ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

| Závislá:                 | VD       | K               | SR       | SA+st    | SF+st           | V50      | SR+st    |
|--------------------------|----------|-----------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|
| Hmotnost celkové biomasy | R:11,000 | R:2,0000        | R:10,667 | R:10,667 | R:18,333        | R:9,3333 | R:15,000 |
| VD                       |          | 1,776470        | 0,065795 | 0,065795 | 1,447494        | 0,328976 | 0,789542 |
| K                        | 1,776470 |                 | 1,710674 | 1,710674 | <b>3,223963</b> | 1,447494 | 2,566012 |
| SR                       | 0,065795 | 1,710674        |          | 0,000000 | 1,513289        | 0,263181 | 0,855337 |
| SA+st                    | 0,065795 | 1,710674        | 0,000000 |          | 1,513289        | 0,263181 | 0,855337 |
| SF+st                    | 1,447494 | <b>3,223963</b> | 1,513289 | 1,513289 |                 | 1,776470 | 0,657952 |
| V50                      | 0,328976 | 1,447494        | 0,263181 | 0,263181 | 1,776470        |          | 1,118518 |
| SR+st                    | 0,789542 | 2,566012        | 0,855337 | 0,855337 | 0,657952        | 1,118518 |          |

Tab. 28: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost celkové biomasy, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Z obr. 27 je patrné, že hmotnost celkové biomasy ošetřených sazenic dosáhla statistického významu. Na variantě kontrola dosáhl sledovaný parametr průměru 4,3. U varianty Silvamix<sup>®</sup> A + st byla zaznamenána v kontrastu s kontrolní sazenicí vyšší hodnota. Byl zde zaznamenán nárůst 147 %. U dalších variant Silvamix<sup>®</sup> R a Vápnitý dolomit byly zaznamenány v kontrastu s kontrolou vyšší hodnoty. Byl zde zaznamenán nárůst v rozmezí 141 - 158 %. U dalších variant Vermaktiv a Silvamix<sup>®</sup> R + st byly zaznamenány v kontrastu s nepřihnojenou sazenicí vyšší výsledky. Hodnoty na těchto variantách dosahují 122 - 228 %. Nejvýraznější vliv byl zjištěn na variantě ošetřené přípravkem Silvamix<sup>®</sup> F + st, který byl vyšší o 323 % v porovnání s kontrolní sazenicí. Pozitivní vliv tohoto hnojiva na hmotnost celkové biomasy sazenic smrku ztepilého je nejvýraznější.

### 5.2.1 Reprezentativní výběr z LŠ Budišov



Vermaktiv 1:50, Silvamix<sup>®</sup> R, SR + st, Vápnitý dolomit, SF + st, SA + st, Kontrola

Obr. 28: Reprezentativní výběr vypreparovaných sazenic z LŠ Budišov – z leva do prava (foto Češek 2014)

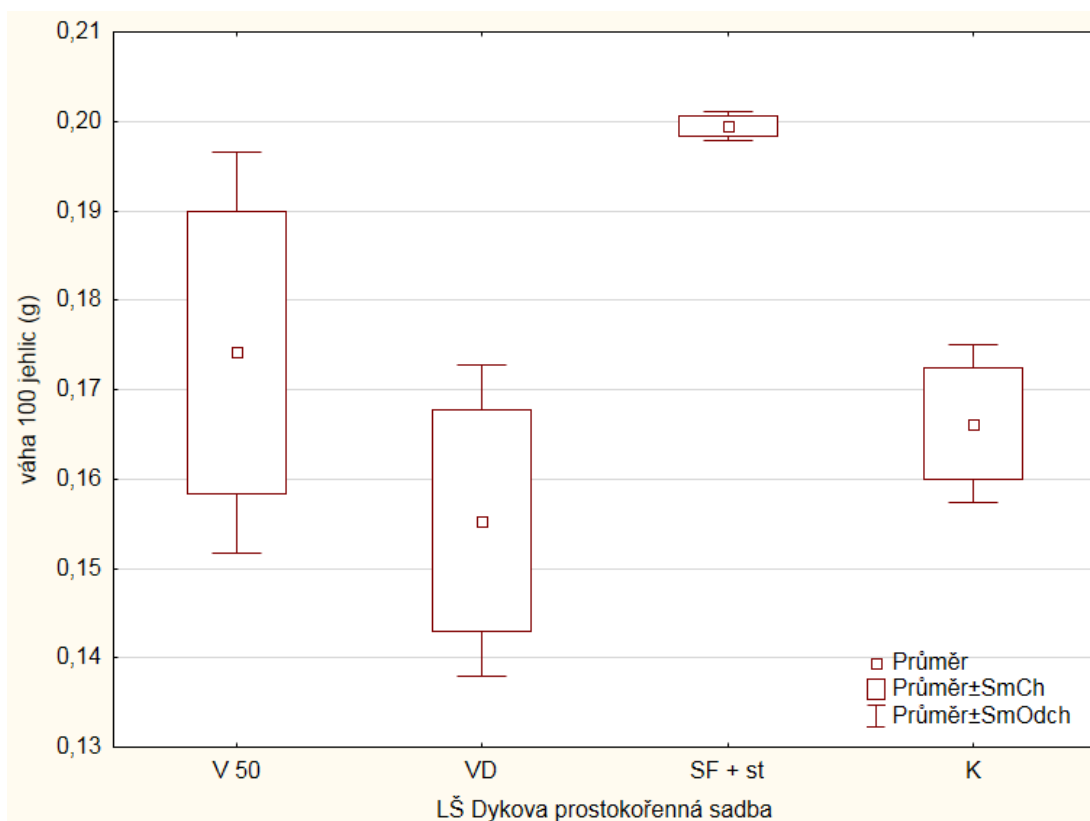


Vermaktiv 1:50, Silvamix<sup>®</sup> R, SR + st, Vápnitý dolomit, SF + st, SA + st, Kontrola

Obr. 29: Detail kořenového systému sazenic (obr. XX) z LŠ Budišov – z leva do prava (foto Češek 2014)

## 5.3 Vliv hnojivových přípravků na váhu 100 jehlic

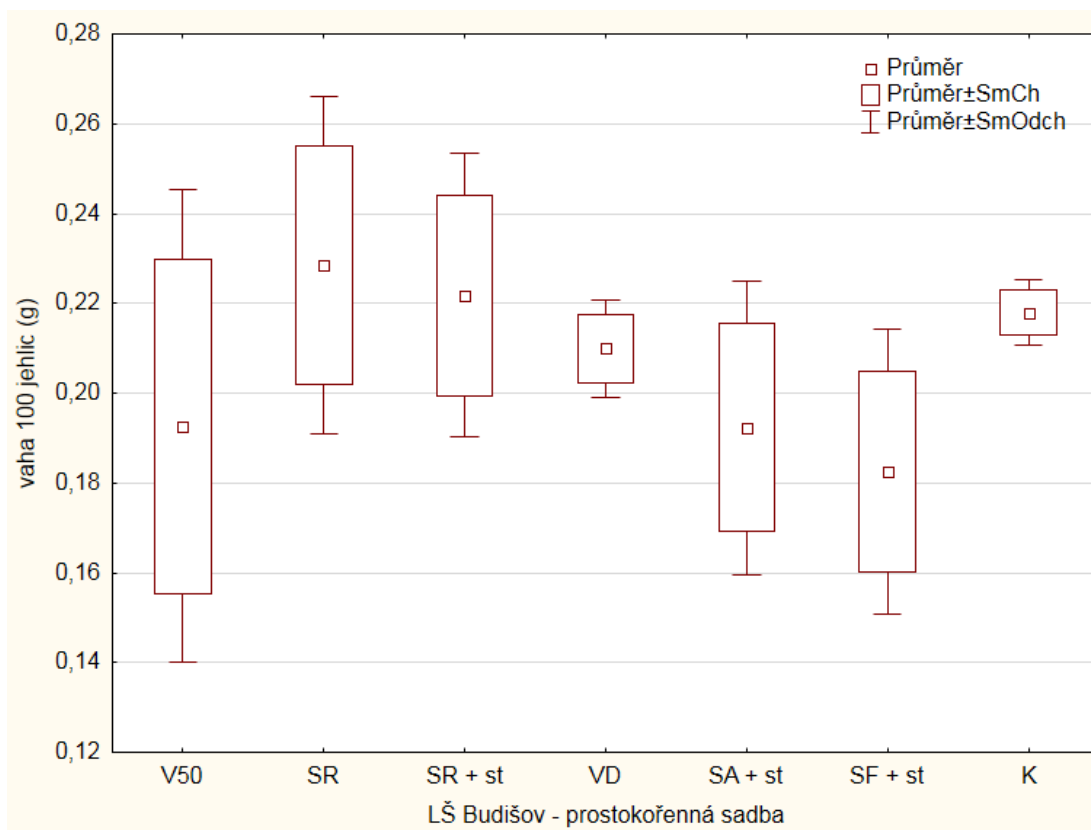
### 5.3.1 Dykova školka



Obr. 30: Vliv hnojivových přípravků na váhu 100 jehlic po 2 letech od aplikace, LŠ Dykova

Z obr. 30 je zřejmé, že vlivy aplikovaných hnojivových variant nedosáhly statistického významu s ohledem na váhu 100 jehlic. Na kontrolní variantě dosáhla váha průměru 0,1662 g. V porovnání s Vápnitým dolomit je tato hodnota statisticky významnější. U hnojiva Vápnitý dolomit byla zjištěna hodnota 0,1554 g, což představuje mírně nižší průměrnou hodnotu v porovnání s kontrolou. Hnojivová varianta Vermaktiv se v kontrastu s kontrolní sazenicí projevila mírně vyšší naměřenou hodnotou, která představuje 0,1742 g. Nejvýznamnější vliv byl zaznamenán na pomalu rozpustném práškovém hnojivu Silvamix® F + stimulátor. Zde byla naměřena nejvyšší hodnota, která představuje 0,1995 g.

### 5.3.2 Školka Budišov

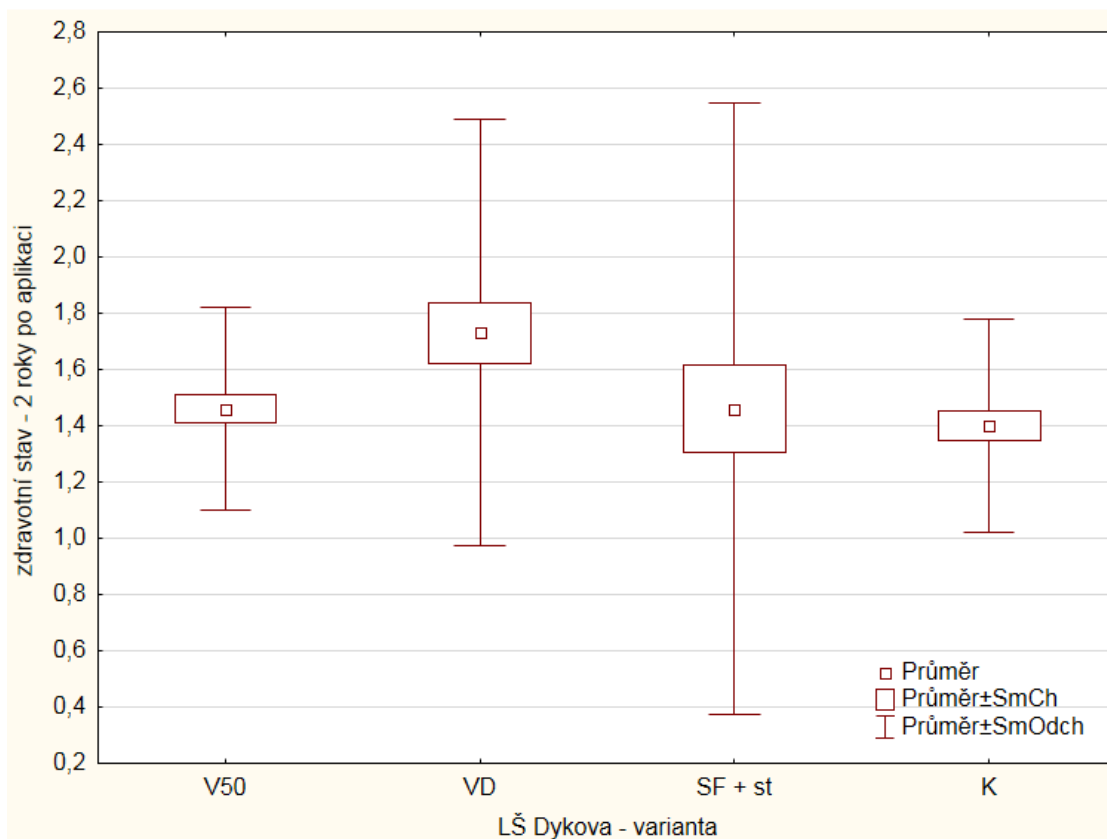


Obr. 31: Vliv hnojivových přípravků na váhu 100 jehlic po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov

Z obr. 31 je čitelné, že zde v celkovém ohledu váha 100 jehlic nedosáhla statistického významu. U kontrolní sazenice dosáhl zmíněný parametr průměrných 0,2179 g. Nepřihnojená, tedy kontrolní varianta je prokazatelně srovnatelná s variantami Silvamix<sup>®</sup> R + stimulátor, kde byl zjištěn průměr naměřených hodnot 22,18 g a s Vápnitým dolomitem, kde dosáhl zjištěný průměr 0,21 g. Mírně vyšší hodnota byla zjištěna na hnojivové variantě Silvamix<sup>®</sup> R (0,2285 g), avšak ze statistického pohledu se jedná o nevýznamnou hodnotu ve srovnání s kontrolou. Doslova srovnatelné hodnoty lze zaznamenat u variant Vermaktiv a Silvamix<sup>®</sup> A + stimulátor. Mezi těmito hodnotami je rozdíl 0,003 g. Průkazně nejnižší vliv byl zjištěn na hnojivové variantě Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor. Zde dosáhla váha 0,1825 g. Nejtěžší asimilační plocha sazenic smrku ztepilého byla zjištěna na hnojivové variantě Silvamix<sup>®</sup> R.

## 5.4 Vliv hnojivových přípravků na zdravotní stav

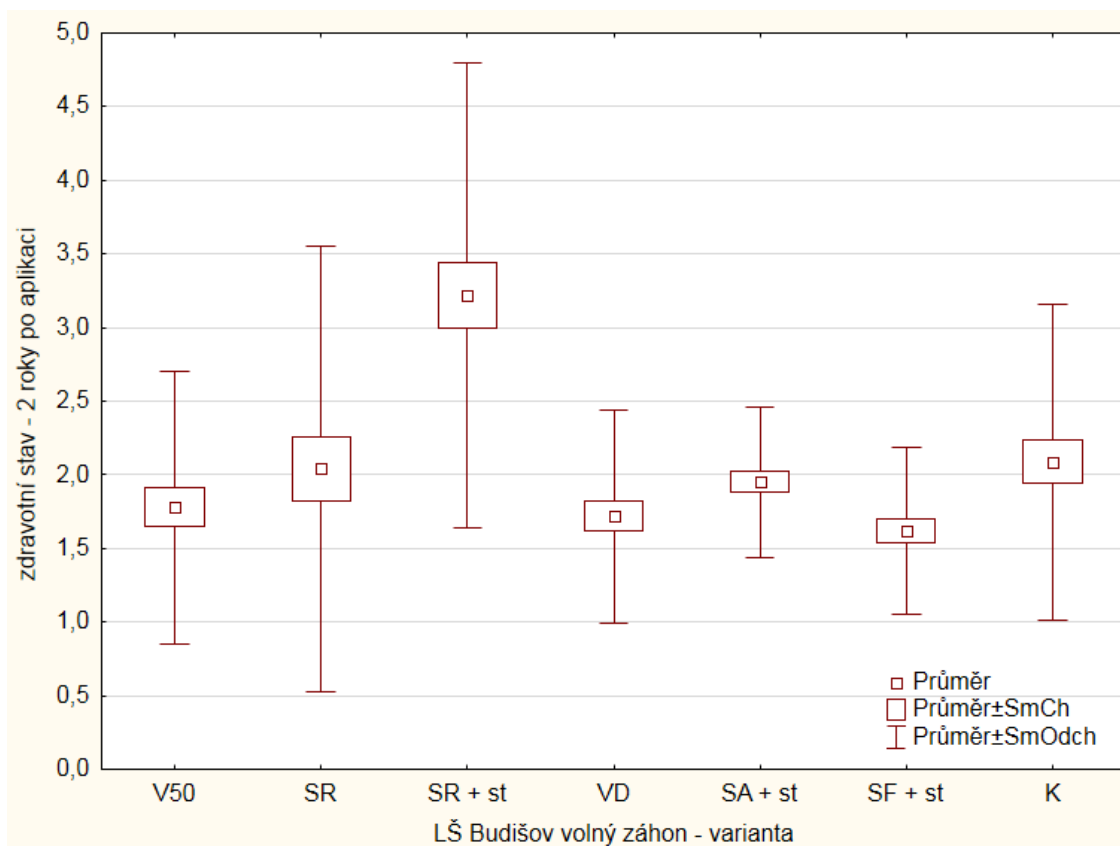
### 5.4.1 Dykova školka



Obr. 32: Vliv hnojivových přípravků na zdravotní stav po 2 letech od aplikace, LŠ Dykova

Z obr. 32 je čitelné, že zdravotní stav ošetřených smrkových sazenic se projevil v zásadě statisticky pozitivně. Jak je patrné z lokality Dykovy školky, nejlepších výsledků dosáhla nepřihnojená varianta, která byla hodnocena průměrem 1,4. Podobně na tom byly v porovnání s kontrolou Vermaktiv a Silvamix® F + stimulátor, které se rovnaly stejnému průměru a to 1,46. K mírně snížené vitalitě se blížily sazenice smrku ztepilého, ke kterým byl aplikován přípravek Vápnitý dolomit, kde dosáhl průměr 1,73. Hodnota 2 je klasifikována jako stromek mírně poškozený a deformovaný, s mírně sníženou vitalitou dle hodnocení zdravotního stavu (klasifikace viz kapitola Metodika tab. č. 4). S ohledem na rychlejší růst díky aplikovaným hnojivovým přípravkům, je možný i nežádoucí vliv na zdravotní stav jedinců.

#### 5.4.2 Školka Budišov



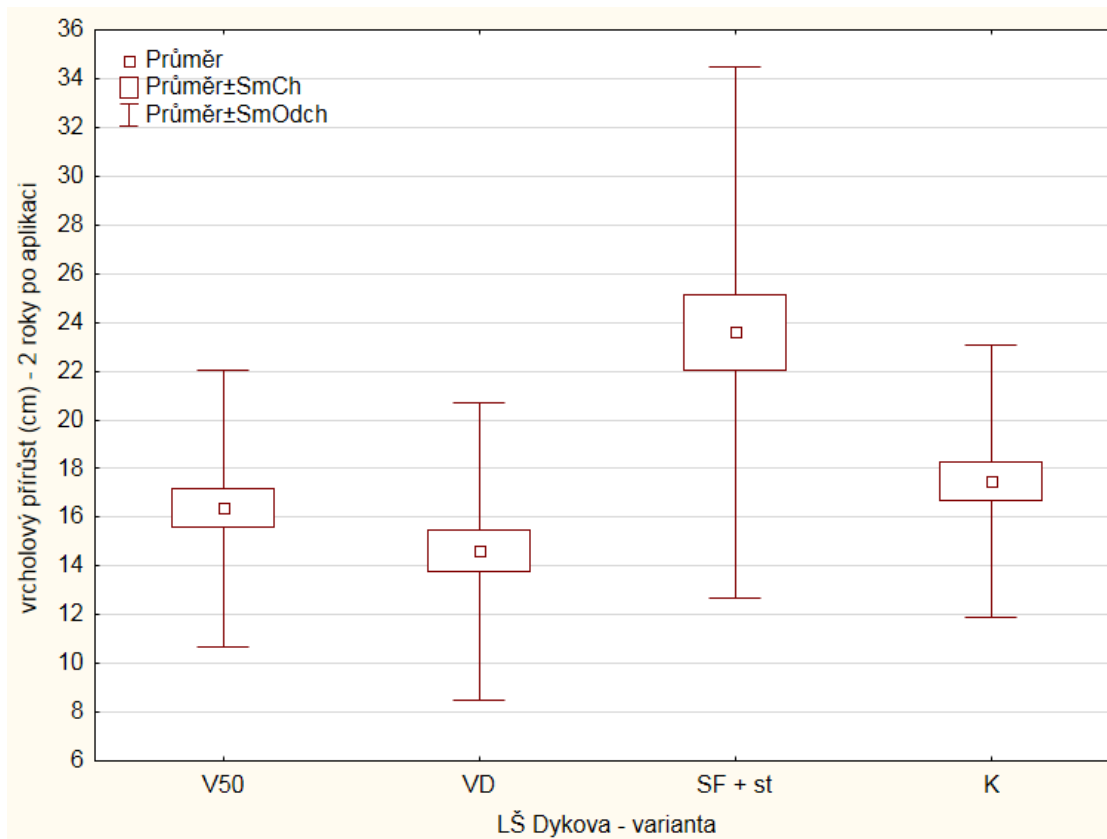
Obr. 33: Vliv hnojivových přípravků na zdravotní stav po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov

Z obr. 33 je zřejmé, že zdravotní stav ošetřených sazenic smrku ztepilého se z celkového hlediska neprojevil statisticky významně. Podle hodnocení zdravotního stavu (tab. X) platí, že čím vyšší hodnota, tím se tento parametr zhoršuje. Budeme-li hodnotit varianty, které dosáhly nejlepšího zdravotního stavu, a tím nejvýraznějšího statistického významu, tak se jedná o přípravky Silvamix® F + stimulátor, Vápnitý dolomit a Vermaktiv, které dosáhly velice podobných průměrných hodnot (1,62; 1,72 a 1,78). Další dva hnojivové přípravky dosáhly rovněž podobných průměrných hodnot, které byly 1,95 a 2,04. Jednalo se o Silvamix® A + stimulátor a Silvamix® R. Průkazně nejhorší variantou byl Silvamix® R + stimulátor. Zde dosáhl průměr hodnoty 3,22; což je již považováno za stromek středně poškozený a deformovaný, se sníženou vitalitou.



## 5.5 Vliv hnojivových přípravků na vrcholový přírůst

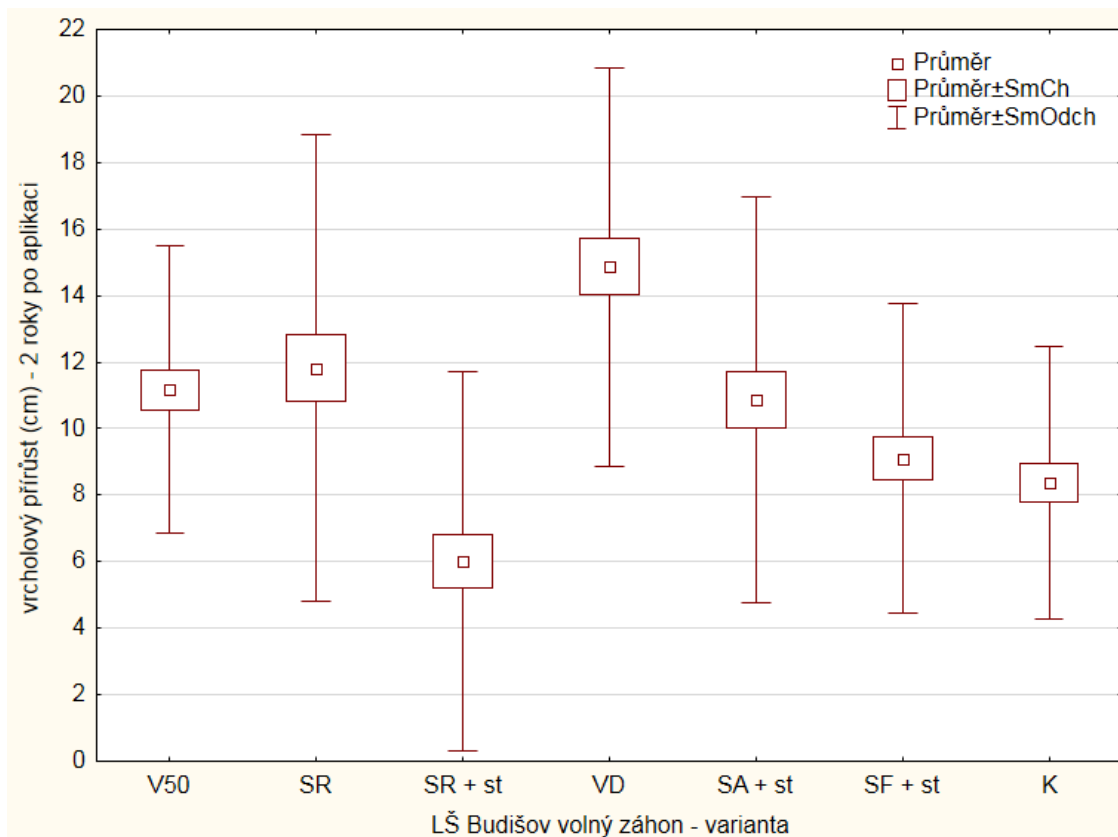
### 5.5.1 Dykova školka



Obr. 34 - Vliv hnojivových přípravků na vrcholový přírůst po 2 letech od aplikace, LŠ Dykova

Z obr. 34 je patrné, že vrcholový přírůst sazenic smrku ztepilého dosáhl statistického významu. Na kontrolní, nepřihnojené sazenici dosáhl průměr naměřených hodnot 17,48 cm. Prokazatelně srovnatelná hnojivová varianta je Vermaktiv, která dosáhla průměru 16,38 cm. Nejnižší naměřená hodnota byla zjištěna u varianty Vápnitý dolomit, kde dosáhl průměr 14,62 cm. Nejprůkaznějšího vlivu bylo dosaženo pomalu rozpustným hnojivem Silvamix® F + stimulátor. Zde byl zjištěn naměřený průměr hodnot 23,6 cm. Nejvíce prokazatelná hodnota byla tedy zjištěna u varianty Silvamix® F + stimulátor. Je zde dobře čitelné, že zmíněná varianta je statisticky významná vzhledem k Vápnitému dolomitu, Vermaktivu a také ke kontrolní sazenici. Silvamix® F + stimulátor se projevil jako hnojivo, které má nejvýraznější vliv na vrcholový přírůst sazenic smrku ztepilého.

### 5.5.2 Školka Budišov



Obr. 35 - Vliv hnojivových přípravků na vrcholový přírůst po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov

Z obr. 35 je čitelné, že vrcholový přírůst sazenic smrku ztepilého dosáhl z celkového hlediska statistického významu. Na kontrolní variantě byla zaznamenána průměrná hodnota 8,37 cm. Podobně srovnatelných hodnot dosáhla hnojivová varianta Silvamix® F + stimulant. Zde byla průměrná hodnota 9,11 cm. Velmi podobné hodnoty se projeví na třech hnojivových variantách, a sice u Silvamix® A + stimulant, Vermaktiv a Silvamix® R. Jednotlivé hnojivé varianty dosáhly těchto průměrných hodnot, které jsou ve stejném pořadí jako tři zmíněná hnojiva (10,87 cm, 11,16 cm a 11,82 cm). Nejvíce statisticky průkazně se projeví varianta s Vápnitým dolomit. Zde byla zjištěna nejvyšší průměrná hodnota, a sice 14,86 cm. Statisticky nejméně výraznou variantou bylo hnojivo z řady Silvamix®. Jednalo se o Silvamix® R + stimulant. Tato hodnota zde dosáhla průměru pouhých 6,02 cm.

## 6 Diskuse

Ke srovnání s touto bakalářskou prací uvádím komparace podobně zaměřených výzkumů. Podle Nárovce (2004) bylo operativní hnojení lesních výsadeb pomocí hnojivových tablet v průběhu 90. let minulého století nejrozšířenější v imisních oblastech České a Polské republiky. Jednalo se o koncept zásobního hnojení, jehož cílem bylo dlouhodobé zásobení založených výsadeb základními živinami prostřednictvím průmyslových hnojiv s pozvolnou rozpustností.

Vlivem přihnojení na výsadbu jedle obrovské (*Abies alba* Mill.) v oblasti Českomoravské vysočiny se zabývá studie od autorů Podrázský, Remeš (2007). V letech 1997 – 2006 sledovali přihnojené a kontrolní výsadby ve stáří 7 – 16 let umístěných v nadmořské výšce 580 metrů. Na tomto území se aplikovalo pomalu rozpustné hnojivo Silvamix® v práškové a tabletové formě. Poměrně malá dávka živin u výsadeb prokázala značnou růstovou reakci na obě formy hnojiva. Tyto kultury vykazovaly minimální mortalitu a na přihnojených variantách bylo nutné provést prořezávku. Výškový přírůst mlazín byl do roku 2003 statisticky významně vyšší na hnojených variantách a tato tendence se zachovala také v pozdějších letech. Výsledkem bylo výrazné zvýšení výšky hnojených porostů. Zajímavé je, že i díky poměrně slabému hnojivovému zásahu. Jednalo se o typicky chudá stanoviště (soubor lesních typů 5K – kyselá jedlobučina). Obecně lze očekávat příznivý vliv dodáním deficitních živin u jedle obrovské a účinek hnojení je možné označit jako vysoce efektivní.

Součástí této bakalářské práce je rovněž hodnocení výškových přírůstků, které se nachází v kapitole výsledky. Z pohledu ekologie je náročnější jedle bělokorá. Ať již na zastínění v mládí, na citlivost ovzduší, tak na více vlhké živné a hlubší půdy. V tomto ohledu je smrk ztepilý (*Picea abies* /L./ Karsten) více odolnější. Z mého šetření byly zjištěny velmi podobné závěry, a sice že hnojiva řady Silvamix® značně zvyšují výškové přírůsty sazenic. Oproti ostatním použitým hnojivům lze konstatovat, že dosahují vždy lepších až nadprůměrných výsledků. V Dykově lesní školce bylo použito jediné hnojivo z řady pomalu rozpustných hnojiv, a sice Silvamix® F + stimulátor. Hnojení jedinci prokázali značný pozitivní vliv na růst nadzemních částí sazenic. V porovnání s nepřihnojenými sazenicemi dosáhla průměrná hodnota u hnojených sazenic kladného

nárůstu 75%. Jedná se o výsledek, který byl zhodnocen dva roky od aplikace hnojiva. Je nutno podotknout, že v případě bakalářské práce byly použity pouze prášková hnojiva řady Silvamix<sup>®</sup>, nikoliv tabletová, jak je tomu u srovnávaného výzkumu. Pro delší a rovnoměrnější účinnost melioračních opatření se jako velmi pozitivní a cenné ukazuje pomalé uvolňování živin z těchto typů pomalu rozpustných hnojiv řady Silvamix<sup>®</sup> (MALIK, TIMMER 2006, TIMMER 1997).

Další porovnávaná plocha se nachází asi 1 km severně od osady Jizerka. Jedná se o kulturu smrku ztepilého, která byla založena v roce 1991 v nadmořské výšce 960 metrů a nachází se na oplocené ploše na zalesněné imisní holině. Situace je zde zhoršena pásmem imisního ohrožení B. V tomto případě se zaměříme na aplikaci Vápnitého dolomitu, který byl aplikován ve formě plošného posypu a taktéž jamkové aplikace. V této studii se projevilo, že moučka Vápnitého dolomitu pozitivně ovlivnila přírůst mladých smrků a snížila jejich mortalitu. Rovněž se tato meliorace příznivě projevila i na objemu kořenové biomasy. U vápněných variant přes výrazně rychlejší přírůst zůstal zachován stejný poměr objemu čerstvé nadzemní a kořenové biomasy jako u kontroly, což je v konečném důsledku nejpodstatnějším závěrem (Kuneš a kol., 2007).

Ve srovnání s výsledky této bakalářské práce jsou tyto závěry porovnatelné. U všech jednotlivých parametrů v souvislosti s kořenovým systémem se vždy Vápnitý dolomit projevil pozitivně. Prokázal se průkazný vliv plošného posypu tímto hnojivovým přípravkem v kontrastu s nepřihnojenými sazenicemi. Ve výzkumné části této bakalářské práce nebylo hnojení prováděno jamkovou aplikací. Následující dvě popisované hodnoty se vztahují k lesní školce Budišov. U parametru hmotnost kořenů do jednoho milimetru byl dopad Vápnitého dolomitu na sazenice větší o 172% než u nepřihnojených sazenic. U dalšího parametru, hmotnost kořenů nad jeden milimetr, bylo na kontrole zaznamenáno průměru 0,9 g. Vápněná varianta dosáhla průkaznější průměrné hodnoty 2,5 g. Ve srovnání s Vermaktivem a hnojivovými přípravky z řady Silvamix<sup>®</sup> nebylo prokázáno tak vysokého statistického významu, což platí u vyhodnocených výsledků v Dykově lesní školce.

Jelikož organominerální přípravek Vermaktiv představuje relativně nový stimulační aplikační prostředek v metodách hnojení, nebyly nalezeny odpovídající studie, které by představovaly materiál ke srovnání s mými naměřenými výsledky.

Tato bakalářská práce a tím vyhodnocená data mohou posloužit k využití v oboru arboristika. Vzhledem ke kontrastnosti městského prostředí s prostředím vypěstování sazenic smrku ztepilého se nabízí předpoklad, že tyto jedinci mohou odlišně prosperovat na antropogenních půdách, kde jsou zcela rozdílné půdní podmínky a složení půdního edafonu. Pravděpodobnost karenčních jevů je v obcích a městech vždy větší. Pro dřeviny podél komunikací nebo v parcích či na špatně udržovaných svazích jsou tyto typy prostředí daleko více stresující než lesní ekosystém. Díky kvalitnějšímu a jemnějšímu kořenovému systému, kterého se docílilo jednotlivými hnojivy, se může dřevina lépe ujmout a docílit rychlejšího růstu po odeznění povýsadbového šoku. Je nutno podotknout, že nelze eliminovat negativní vliv zimního solení silnic, od kterého je naopak dřevina ve svém přirozeném prostředí uchráněna. Díky rychlejšímu růstu, hustějšímu olistění a větší ploše jehlic, může dřevina zachycovat více prašných částic a tím i zkvalitňovat městské ovzduší. Jehličnaté dřeviny také uvolňují množství silic, pryskyřic a terpenů, kterými minimalizují množství mikroorganismů vyskytujících se v ovzduší. Další předností dřevin je výpar vody z asimilačního aparátu, čímž se zvyšuje vlhkost vzduchu a ochlazuje okolní prostředí, tlumení výkyvů teplot v zastavěném území, zmírnění proudění vzduchu a snižování hluchnosti. Dalším přínosem je rekreační význam pro obyvatelstvo, včetně pozitivního vlivu dřevin na lepší psychický stav člověka. Musíme brát také v úvahu negativní vlivy, které jsou s dřevinami spjaty. Pokud to situace dovolí, je vhodné sázet dřeviny co nejdále od staveb a budov, abychom minimalizovali případné škody. Alergenní pyl je u jehličnatých stromů krátkodobou záležitostí, avšak i přesto by se toto nemělo opomenout v souvislosti s plánovaným místem výsadby. V městském prostředí musíme brát také zřetel na provozní bezpečnost stromů, která představuje jistou míru rizikovosti.

## 7 Závěr

Výzkum bakalářské práce na téma „Vyhodnocení vlivu hnojiv řady Silvamix, vápnitého dolomitu a organominerálního stimulačního přípravku na podporu odrůstání smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karsten) byl uskutečněn na dvou výzkumných plochách (přírodní lesní oblast 30 a PLO 33).

První aplikace proběhla v začátku vegetačního období roku 2012, druhá byla provedena na jaře roku 2013. Účinek jednotlivých hnojivových variant byl vyhodnocován po dvou letech od aplikace. Jednou ročně byla měřena nadzemní výška sazenic, přírůst vrcholových prýtu a rovněž byl hodnocen zdravotní stav sazenic.

Na první výzkumné ploše - lesní školka Dykova (PLO 30), byly aplikovány přípravky Vápnitý dolomit, Vermaktiv a Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor. Nejvýraznějším způsobem ovlivnil výživu smrku ztepilého hnojivový přípravek Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor. Například ve vztahu k výšce nadzemních částí sazenic byl zjištěný průměr hodnot vyšší o 75% v porovnání s kontrolní, nepřihnojenou sazenicí. V celkovém ohledu bylo výsledně třináctkrát nejlépe hodnoceno toto pomalu rozpustné hnojivo. Na druhém místě se uplatnil ve své účinnosti přípravek Vermaktiv, který měl pozitivní vliv na nadzemní a podzemní parametry sazenic. Například u parametru poměr kořenů menších 1 mm a kořenů větších 1 mm byla naměřená hodnota srovnatelná s kontrolní sazenicí, což představuje poměr 0,58. Na této lokalitě byl nejméně významný Vápnitý dolomit. Ve většině případů byl situován u zjištěných výsledných hodnot až na posledním místě, avšak měl vždy lepší výsledky oproti kontrolní sazenici. Pokud bychom uvažovali pouze o významnosti Vápnitého dolomitu, je nutno podotknout, že zlepšuje jak průměr kořenového krčku, vrcholový přírůst sazenic, tak například hmotnost kořenů do jednoho milimetru. Na zdravotní stav sazenic smrku ztepilého měl nejméně pozitivní vliv. Zmíněný parametr zde dosáhl průměrné hodnoty 1,73, což se již pomalu blíží ke druhému stupni v hodnocení zdravotního stavu, který je klasifikován jako stromek mírně poškozený a deformovaný, s mírně sníženou vitalitou.

Na druhé výzkumné ploše – lesní školka Budišov (PLO 33) bylo použito více přípravků řady Silvamix<sup>®</sup>. Jednalo se o Silvamix<sup>®</sup> A + stimulátor, Silvamix<sup>®</sup> R + stimulátor a Silvamix<sup>®</sup> R. Dále byly aplikovány již stejné hnojivové přípravky jako u předchozí plochy (Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor, Vápnitý dolomit a Vermaktiv). Jako na předchozí ploše měl zde nejvýraznější vliv na odrůstání a výživu sazenic smrku ztepilého Silvamix<sup>®</sup> F + stimulátor. Projevilo se to jak u nadzemních, tak u podzemních hodnocených parametrů. Například u vyhodnocení zdravotního stavu sazenic, dosáhl výsledek na stupnici hodnocení hodnoty 1,62. Pomalu rozpustný práškový přípravek Silvamix<sup>®</sup> R + stimulátor byl jako druhý nejprůkaznější v ohledu na hodnocené parametry. Nejvýraznějších výsledků dosáhl v poměru kořenů menších 1 mm a kořenů větších 1 mm, kde dosáhla průměrná hodnota 0,72. Dále pak v hmotnosti kořenů nad jeden mm, kde dosáhla hmotnost 2,8 g a poté u výšky nadzemních částí sazenic, kde byla průměrná hodnota vyšší o 46% v porovnání s nepřihnojenou sazenicí. Přípravky Silvamix<sup>®</sup> R a Silvamix<sup>®</sup> A + stimulátor byly odzkoušeny pouze na jedné ze dvou ploch. Je zde dobře patrné, že vliv těchto přípravků je méně výrazný než u předchozích hnojiv řady Silvamix<sup>®</sup>. Musíme vzít v úvahu, že totální vliv jednotlivých hnojiv na jednotlivých výzkumných plochách se může lišit podle charakteru trvalých podmínek z ekologického hlediska. Vápnitý dolomit dosahoval vždy lepších výsledků oproti kontrolní sazenici, avšak byl umístěn na předposledním místě ve významu na celkový růst sazenic. Nejméně pozitivní účinky měl organominerální přípravek Vermaktiv. Dle mého mínění je to způsobeno aplikací na list, jelikož se přípravek nedostal do kontaktu s půdním prostředím u jednotlivých sazenic. Nejhorších výsledků s ohledem na zdravotní stav bylo dosaženo variantou Silvamix<sup>®</sup> R + stimulátor. Byla zde zjištěna snížená vitalita stromků, která odpovídá průměrné hodnotě 3,22. Na základě zjištěných výsledků v této práci lze říci, že jednotlivé typy aplikačních hnojiv působí kladným přínosem pro odrůstání a celkový vliv na sazenice smrku ztepilého.

Tato bakalářská práce a tím vyhodnocená data mohou posloužit k využití v oboru arboristika. Vzhledem ke kontrastnosti městského prostředí s prostředím vypěstování sazenic smrku ztepilého se nabízí předpoklad, že tyto jedinci mohou odlišně prosperovat na antropogenních půdách, kde jsou zcela rozdílné půdní podmínky a složení půdního edafonu.

## 8 Summary

The aim of this thesis was to grip and examine to research survey of seedling spruce (*Picea abies* /L./ Karsten). It was carried out on two plots in the 4th vegetation zones with used fertilizer series Sylvamix, dolomitic limestone and organo-stimulatory product Vermaktiv. Overall, the research survey conducted two years from autumn 2012 to autumn 2014. The main objective of this study was to compare all the fertilizer applied in respect to the parameters measured overground and underground biomass. The research was initiated the founding of spruce stands in two areas. It was followed by the application of fertilizers. It was a powder fertilizer series Sylvamix and dolomitic limestone and by spraying the organo-stimulatory product Vermaktiv. At the end of the every growing season were measured increment of apical bud and determine health condition. The next stage were lifting of plants of spruce from the soil. Bare root plant were selected to represent fertilizer variant. In forest nursery Dykova were selected five seedlings and in second forest nursery Budišov were selected three seedlings. Ultimately, these seedlings were submitted for laboratory measurements. After measuring the required data values were evaluated in Statistica program. The study demonstrated the greatest impact on fertilizer Sylvamix F + stimulator and next variant Sylvamix R + stimulator. It was a case of both forest nurseries.



## 9 Použitá literatura

- BINKLEY, D., 1986. Forest nutrition management. New York: J. Wiley: 289 s.
- BONNEAU M. 1991. Remedies for forest decline. In: Landmann, G. (ed.): French research into forest decline. DEFORPA Programme, 2nd report. Nancy, ENGREF: 101-112.
- BORŮVKA, L., PODRÁZSKÝ, V., MLÁDKOVÁ, L. a kol., 2005: Some approaches to the research of forest soils affected by acidification in the Czech Republic. Soil Science and Plant Nutrition. 51(5): 745 – 749.
- BUČEK, A., LACINA, J., 1999. Geobiocenologie II. 1.vyd. Brno: MZLU, 240 s.
- ČSN 721210: Vápenec. Všeobecná ustanovení. Dolomit.
- ČUZK, Český úřad zeměměřický a katastrální [online] citováno dne 4. 4. 2016. Dostupné na Web: <http://www.cuzk.cz>
- EVERS F. H, HUTTL R. F. 1990. A new fertilization strategy in declining forests. In: Zottl H. W., Huttel R. F. (eds.): Management of nutrition in forests under stress. Water, Air and Soil Pollution, 54: 495-506.
- HAUPTMAN, I. a kol., 2009. Půda v České republice. 1. vyd. Praha: Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství, vydal Consult, 255 s.
- HRAŠKO, J. a kol., 1991. Morfogenetický klasifikačný systém pôd ČSFR. 2. vyd. Bratislava: VÚPÚ, 106 s.
- HRUŠKA, J., CIENCIALA, E., 2005. Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd - limitující faktor současného lesnictví. 2. vyd. Praha: Česká geologická služba, 153 s.
- HUTTLE F. 1997 Concluding remarks. In: Huttel F., Schaaf W. (eds.): Magnesium deficiency in forest ecosystems. Dordrecht, Kluwer: 357-362.
- CHMELÁŘ, J., 1980. Dendrologie s ekologií lesních dřevin. Část I. Jehličnany. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně: 83 s.
- KINCL, M., KRPEŠ, V., 2000. Základy fyziologie rostlin. 2. vyd. Ostrava: Montanex, 221 s.
- KLEČKOVSKIJ V. M., PETERBURSKIJ A. V., 1964. Agrochimija. Moskva, Kolos: 527.
- KLIMO, E., 2003. Lesnická pedologie. 2. vyd. Brno: VŠZ, 259 s.
- KULHAVÝ, J. a kol., 2005. Lesní hospodářství v České republice, Maďarsku, Polsku a Ukrajině. Zprávy lesnického výzkumu. 2005. sv. 50, č. 1, s. 65 – 67. ISSN 0322-9688
- KUNEŠ, I., BALCAR, V., VYKYPĚLOVÁ, E., ZADINA, J., ŠEDLBAUEROVÁ, J., ZAHRADNÍK, D., 2007. Vliv jamkové a pomístné povrchové aplikace dolomitického vápence na množství a chemické složení biomasy smrku ztepilého v Jizerských horách. Zprávy lesnického výzkumu, 52: 316–327.
- LHOTSKÝ, J., 1987. Degradace lesních půd a jejich meliorace. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 234 s.

- MALIK, V., TIMMER, V. R. Growth, nutrient dynamics, and interspecific competition of nutrient-loaded black spruce seedlings on a boreal mixed-wood site. *Can. J. For. Res.*, 1996, vol. 26, s. 1651-1659.
- MATERNA, J., 1963. Výživa a hnojení lesních porostů. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 227 s.
- MATERNA, J., 1986. Změny ve výživě lesních porostů a jejich kompenzace. In: Vápňení lesních půd v imisních oblastech. Ústí nad Labem, Dům techniky ČSVTS: 8 – 17
- MEHLICH, A. 1978. New extractant for soil test evaluation of phosphorus, potassium, magnesium, calcium, sodium, manganese, and zinc. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 9(6):477-492.
- NÁROVCOVÁ, J., JURÁSEK, A., 2007. Vliv intenzity hnojení na růst krytokořenných semenáčků buku lesního. *Zprávy z lesnického výzkumu*, 4: 298 - 301.
- NÁROVEC, V., 2001. 100x o hnojení v lese. 2. vyd. Písek: Lesnická práce, 31 s.
- NÁROVEC, V., 2004. Hnojivé tablety v soustavách hnojení lesních kultur. *Lesnická práce*, 3: 128–129.
- NÁROVEC, V., JURÁSEK, A., 2000. Několik poznámek k přihnojování lesních kultur [online] citováno únor 2016. Dostupné na Web: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-79-2000/lesnicka-prace-c-4-00/nekolik-poznamek-k-prihnojovani-lesnich-kultur>
- NĚMEČEK, J. a kol., 2011. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. 2. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita. 94 s.
- PELÍŠEK, J., 1964. Lesnické půdoznalství. 2. vyd. Praha: SZN, 568 s.
- PLÍVA, K., 2000. Typologický klasifikační systém ÚHÚL [online] citováno 13. 4. 2016. Dostupné na Web: [http://www.uhul.cz/images/typologie/Typologicky\\_klasifikacni\\_system\\_UHUL\\_Pliva\\_1987.pdf](http://www.uhul.cz/images/typologie/Typologicky_klasifikacni_system_UHUL_Pliva_1987.pdf)
- PODRÁZSKÝ, V. 2006: Logging and forest decline effects on the humus horizon in the Šumava Mts. *Journal of Forest Science*, 52 (10): 439 – 445.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ., 2007. Vliv přihnojení na prosperitu výsadeb jedle obrovské. *Scientia agriculturae bohemica*, 38 (4): 198 - 201
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., ULBRICHOVÁ I. 2003. Biological and chemical amelioration effects on the localities degraded by bulldozer site preparation in the Ore Mts. – Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 7: 141-147.
- PODRÁZSKÝ, V., ULBRICHOVÁ, I., 2003. Surface liming of immission clear-cuts: benefits and risks. *Ekológia*, 22, Supplement 1:277 – 283
- PONNAMPERUNA, F. N., MARTINEZ, E., LOY T., 1966. Influence of redox potential and partial pressure of carbon dioxide on pH values and the suspension effect of flooded soils. *Soil Science* 101: 421 – 430.
- PRŮŠA, E., 2001. Pěstování lesů na typologických základech. Vyd. 1. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 593 s.
- RICHTER, R. a kol., 1999. Výživa a hnojení rostlin: praktická cvičení. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 187 s.

- REMEŠ J., VIEWEGH J., PODRÁZSKÝ V., VACEK S. 2004. Výsledky aplikace hnojiv SILVAMIX v lesních porostech. *Lesnická práce*, 83: 81-83.
- REMEŠ J., PODRÁZSKÝ V., ULBRICHTOVÁ I., MEDUNA V. 2005. Fertilization of Norway spruce plantations on the bulldozer-spread Windows in the Ore Mts. *Journal of Forest Science*, 51 (Special Issue): 49-53.
- SCHUBERT R., MUELLER-STARCK G., RIEGEL R. 2001. Development of EST-PCR markers and monitoring their intrapopulation genetic variation in *Picea abies* (L.) Karst. *Theoretical and Applied Genetics*, 103: 1223–1231.
- STECKERMAN, T., MERELLE, F., CIESIELSKI, H., 1997. Effect of contact time between soil and solution on the soil pH value. *ISO/TC 190/SC3/WG/N81*.
- ŠIMEK, M., 2005. *Základy nauky o půdě*. 2. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, 158 s.
- TIMMER, V. R. Exponential nutrient loading: a new fertilization technique to improve seedling performance on competitive sites. *New For.*, 1997, vol. 13, s. 279-299.
- ÚRADNÍČEK L., MADĚRA P., TICHÁ S., KOBLÍŽEK J. 2009. *Dřeviny České republiky*. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce*: 367 s.
- VACEK, S., MATĚJKA, K., MAYOVÁ, J., PODRÁZSKÝ, V. 2003a: Dynamics of health status of forest stands on research plots in the Šumava National Park. *Journal of Forest Science*, 49(7): 333 – 347.
- VACEK, S., SOUČEK, J., MAYOVÁ, J. 1999: Struktura a zdravotní stav vybraných lesních ekosystémů v NP Šumava. In *Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava*. Kostelec nad Černými lesy, ČZU v Praze 1999, s. 40 – 51.
- VAVŘÍČEK, D., KUČERA, A., 2014. *Lesnická pedologie*, skripta – učební text, Mendelova univerzita v Brně, 283 s.
- VAVŘÍČEK, D., PECHÁČEK, J., BALÁŽ, G. Vliv hnojení na výživu a růst smrku ztepilého (*Picea abies* /L./Karsten) na lokalitě Špičák v oblasti Krušných hor. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2011. sv. 56, č. 2, s. 130–136. ISSN 0322-9688.
- VRÁNOVÁ, V., SAMEC, P., 2005. State of soil sorption complex in substitute stands under decreased air – pollution load in submontane conditions of the Podkrkonoší Region. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*. sv. 8, č. 1, s. 1 – 14. ISSN 1505 – 0297.
- ZBÍRAL J., 2002. *Analýza půd I. Jednotné pracovní postupy*. Brno, ÚKZÚZ: 197.
- ZBÍRAL J., HONSA I., MALÝ S., 1997. *Analýza půd III. Jednotné pracovní postupy*. Brno, ÚKZÚZ: 150.
- ZBÍRAL, J., 1994. *Analýza rostlinného materiálu. Jednotné metodické postupy*. Brno, SKZÚZ, 170 s.
- ZBÍRAL, J., 2004. *Analýza půd III. Vyd. 2*. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Laboratorní odbor, 199 s.
- ZLATUŠKA, K., 2001. Využití netradičních přírodních materiálů v protierozní ochraně půdy. *Sb. Krajinotvorné programy*, 143 – 149. Příbram

## 10 Seznam tabulek

Tab. 1: Dělení obsahu vápence a dolomitu podle ČSN 72 1210

Tab. 2: Označení a zkratky aplikovaných přípravků

Tab. 3: Aplikované přípravky a jednotlivé plochy

Tab. 4: Hodnocení zdravotního stavu

Tab. 5: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na výšku nadzemní části, výstup Kruskal-Wallisovy anovy.

Tab. 6: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na průměr kořenového krčku, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 7: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na celkovou hmotnost jehličí, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 8: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost nadzemní dřevní části, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 9: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost kořenů do 1 mm (g), výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 10: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost kořenů nad 1 mm (g), výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 11: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na poměr dřeva a jehličí, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 12: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na poměr kořenů menších 1 mm a kořenů větších 1 mm, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 13: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na nadzemní část, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 14: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na podzemní část, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 15: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na poměr nadzemní a podzemní části, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 16: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost celkové biomasy, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 17: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na výšku nadzemní části, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 18: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na průměr kořenového krčku, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 19: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na celkovou hmotnost jehličí, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 20: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost nadzemní dřevní části, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 21: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost kořenů do 1 mm (g), výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 22: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost kořenů nad 1 mm (g), výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 23: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na poměr dřeva a jehličí, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 24: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na poměr kořenů menších 1 mm a kořenů větších 1 mm, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 25: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na nadzemní část, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 26: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na podzemní část, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 27: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na poměr nadzemní a podzemní části, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

Tab. 28: Vícenásobné porovnání vlivu hnojivových přípravků na hmotnost celkové biomasy, výstup Kruskal - Wallisovy anovy.

## 11 Seznam obrázků

Obr. 1: rozdělení hnojiv dle (Materna 1963)

Obr. 2: Vliv hnojivových přípravků na výšku nadzemní části ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

Obr. 3: Vliv hnojivových přípravků na průměr kořenového krčku ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

Obr. 4: Vliv hnojivových přípravků na celkovou hmotnost jehličí ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

Obr. 5: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost nadzemní dřevní části ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

Obr. 6: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost kořenů do 1 mm (g) ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

Obr. 7: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost kořenů nad 1 mm (g) ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

Obr. 8: Vliv hnojivových přípravků na poměr dřeva a jehličí ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

Obr. 9: Vliv hnojivových přípravků na poměr kořenů menších 1 mm a kořenů větších 1 mm sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Dykova – volný záhon

Obr. 10: Vliv hnojivových přípravků na nadzemní část ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

Obr. 11: Vliv hnojivových přípravků na podzemní část ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

Obr. 12: Vliv hnojivových přípravků na poměr nadzemní a podzemní části ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

Obr. 13: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost celkové biomasy ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, lokalita Dykova školka – volný záhon

Obr. 14: Reprezentativní výběr vypreparovaných sazenic z LŠ Dykova – z leva do prava (foto Češek 2014)

Obr. 15: Detail kořenového systému sazenic (obr. XX) z LŠ Dykova – z leva do prava (foto Češek 2014)

Obr. 16: Vliv hnojivových přípravků na výšku nadzemní části ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

Obr. 17: Vliv hnojivových přípravků na průměr kořenového krčku ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

Obr. 18: Vliv hnojivových přípravků na celkovou hmotnost jehličí ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

Obr. 19: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost nadzemní dřevní části ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

Obr. 20: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost kořenů do 1 mm (g) ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

Obr. 21: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost kořenů nad 1 mm (g) ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

Obr. 22: Vliv hnojivových přípravků na poměr dřeva a jehličí ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

Obr. 23: Vliv hnojivových přípravků na poměr kořenů menších 1 mm, kořenů větších 1 mm ošetřených sazenic po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

Obr. 24: Vliv hnojivových přípravků na nadzemní část ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

Obr. 25: Vliv hnojivových přípravků na podzemní část ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

Obr. 26: Vliv hnojivových přípravků na poměr nadzemní a podzemní části ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

Obr. 27: Vliv hnojivových přípravků na hmotnost celkové biomasy ošetřených sazenic smrku ztepilého po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov – volný záhon

Obr. 28: Reprezentativní výběr vypreparovaných sazenic z LŠ Budišov – zleva doprava (foto Češek 2014)

Obr. 29: Detail kořenového systému sazenic (obr. XX) z LŠ Budišov – zleva doprava (foto Češek 2014)

Obr. 30: Vliv hnojivových přípravků na váhu 100 jehlic po 2 letech od aplikace, LŠ Dykova

Obr. 31: Vliv hnojivových přípravků na váhu 100 jehlic po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov

Obr. 32: Vliv hnojivových přípravků na zdravotní stav po 2 letech od aplikace, LŠ Dykova

Obr. 33: Vliv hnojivových přípravků na zdravotní stav po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov

Obr. 34 - Vliv hnojivových přípravků na vrcholový přírůst po 2 letech od aplikace, LŠ Dykova

Obr. 35 - Vliv hnojivových přípravků na vrcholový přírůst po 2 letech od aplikace, LŠ Budišov

## 12 Seznam map

Mapa č. 1: Mapový výřez s označenými LŠ Dykova a LŠ Budišov (zdroj: ČÚZK)