

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

Porovnání účinků přípravků Silvamix Agluform a VERMAKTIV  
stimul při obnově lesa ve vrcholových partiích Králického Sněžníku

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2014/2015

Kadlec Jiří



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce: Jiří Kadlec  
Studijní program: Lesnictví  
Obor: Lesnictví

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

Název práce: **Porovnání účinků přípravků Silvamix Agluform a VERMAKTIV stimul při obnově lesa ve vrcholových partiích Králického Sněžníku**

Zásady pro vypracování:

1. Terénní práce: založení výzkumných ploch v zájmové oblasti, jejich rozčlenění na hnojivové varianty, výkopy půdních sond, stručná charakteristika půdního prostředí a stanovištních podmínek, aplikace hnojiv, pravidelný odběr listových vzorků a jejich příprava na laboratorní zpracování, měření biometrických veličin
2. Zpracování literárního přehledu se zaměřením na: a) rámcové zhodnocení geomorfologických, geologických, pedologických a hydrologických podmínek v zájmové oblasti, b) hnojení jako podpůrný prostředek pro růst lesních dřevin, c) základní makrobioelementy ve výživě lesních dřevin
3. Statistické zpracování laboratorních výstupů a dat získaných z terénního šetření, vypracování tabulek a grafů, vypracování výsledkové části bakalářské práce s důrazem na vyhodnocení vlivu aplikovaných hnojiv na výživu, vývoj a odrůstání přihnojených sazenic
4. Zpracování získaných poznatků, zjištění a informací ve formě kvalifikační práce, která po formální stránce odpovídá nárokům, kladeným směrnicí děkana č.2/2007. V diskusi se soustředit na porovnání závěrů vlastní studie se závěry ostatních autorů, kteří se zabývají obdobou problematikou a dále na kritické zhodnocení výsledků vlastní studie, např. na vlivy, které mohly na experimentálních plochách modifikovat účinky aplikovaných hnojivových přípravků.

Rozsah práce: 30 str.

Literatura:

1. CIENCIALA, E. -- HRUŠKA, J. *Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd - limitující faktor současného lesnictví*. Praha: ČGS, 2005. 153 s. ISBN 80-7075-655-1.
2. UHLÍŘOVÁ, H. -- KAPITOLA, P. a kol. *Poškození lesních dřevin*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2004. 288 s. ISBN 80-86386-56-2.
3. VACEK, S. *Horské lesy České republiky*. Praha: Mze ČR, 2003. 293 s.
4. 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.
5. PODRÁZSKÝ, V. -- REMEŠ, J. -- KRATOCHVÍL, J. *Výsledky aplikace hnojiv řady Silvamix*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce 2, 1999. 5 s.
6. *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 s.
7. 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.
8. 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.
9. Nárovcová, J., Jurásek, A., 2007. Vliv intenzity hnojení na růst krytokořených semenáčků buku lesního. *Zprávy z lesnického výzkumu*, 4:298-301.
10. PODRÁZSKÝ, V. V., VACEK, S., ULBRICHOVÁ, I., 2003. Effect of fertilization on Norway spruce needles. *J.For.Sci.*, 7: 321–326.

Datum zadání: listopad 2013

Datum odevzdání: duben 2015

**Jiří Kadlec**  
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: Porovnání účinků přípravků Silvamix Agluform a VERMAKTIV stimul při obnově lesa ve vrcholových partiích Králického Sněžníku 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:..... podpis studenta

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Janu Pecháčkovi Ph.D. za konzultace, odborné rady a vedení této bakalářské práce, dále bych chtěl tímto poděkovat personálu ústavu Geologie a Pedologie za poskytnuté rady a vstřícný přístup.

## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Literární přehled.....	3
3.1	Definice hnojení .....	3
3.2	Úloha hnojení .....	3
3.3	Opatření řešící degradaci půdního prostředí .....	4
3.4	Typy hnojení .....	4
3.4.1	Základní hnojení .....	4
3.4.2	Operativní hnojení .....	5
3.4.3	Udržovací hnojení.....	6
3.4.4	Startovací hnojení .....	6
3.4.5	Hnojení pro podporu fruktifikace .....	6
3.4.6	Hnojení při obnově lesa v imisních oblastech .....	6
3.5	Vápnění a chemická meliorace .....	8
3.5.1	Zhodnocení vlivu vápnění v Orlických horách.....	9
3.6	Základní dělení hnojiv.....	10
3.7	Pravidla správné aplikace hnojiv .....	10
3.8	Hnojiva řady Silvamix .....	11
3.8.1	Aplikace hnojiv Silvamix .....	12
3.8.2	Přípravky z řady hnojiv Silvamix .....	12
3.9	VERMAKTIV STIMUL.....	13
3.9.1	Všeobecné údaje .....	13
3.9.2	Aplikace přípravku .....	13
3.10	Minerální výživa rostlin .....	14
3.11	Základní aspekty koloběhu živin.....	14
3.12	Stavební látky rostlin.....	15
3.13	Makroprvky .....	16
3.13.1	Uhlík (C).....	16
3.13.2	Dusík (N) .....	16
3.13.3	Fosfor (P).....	17
3.13.4	Síra (S).....	17
3.13.5	Draslík (K).....	18
3.13.6	Vápník (Ca).....	18
3.14	Mikroprvky.....	18
4	Metodika .....	19

4.1	Pedologický průzkum.....	19
4.2	Metodika založení výzkumných ploch.....	19
4.3	Metodika hnojení .....	19
4.3.1	Silvamix .....	19
4.3.2	Vermaktiv Stimul.....	19
4.4	Metodika vyhodnocení vlivu hnojiv .....	21
4.4.1	Metodika odběru vzorků jehlic .....	21
4.4.2	Metodika laboratorních prací.....	21
4.4.3	Metodika statistického vyhodnocení rozboru asimilačního aparátu.....	22
4.4.4	Metodika měření výškového přírůstu .....	22
4.4.5	Metodika statistického vyhodnocení výškového .....	23
4.4.6	Metodika stanovení zdravotního stavu .....	23
4.4.7	Metodika vyhodnocení zdravotního stavu .....	23
5	Charakter vybraného území.....	24
5.1	Geomorfologie .....	24
5.2	Hydrologie.....	24
5.3	Klima.....	25
5.4	Charakter přírodní lesní oblasti .....	25
5.5	Lesní vegetační stupeň smrkový (LVS 8).....	26
6	Výsledky.....	27
6.1	Popis výzkumných ploch .....	27
6.1.1	Popis stanovištních podmínek výzkumné plochy 1 .....	27
6.1.2	Popis stanovištních podmínek výzkumné plochy 2 .....	30
6.1.3	Popis stanovištních podmínek výzkumné plochy 4.....	33
6.2	Posouzení vlivu aplikovaných přípravků .....	36
6.2.1	Výzkumná plocha 1 .....	36
6.2.2	Výzkumná plocha 2 .....	41
6.2.3	Výzkumná plocha 4 .....	46
7	Diskuze.....	55
8	Závěr.....	58
9	Summary.....	60
10	Zdroje.....	61

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá vlivem přípravků Silvamix Agluform a Vermaktiv Stimul na výživu kultur smrku ztepilého (*Picea abies*) na lokalitě Kralický Sněžník. Hlavním cílem práce je posouzení vlivu aplikovaných přípravků jako nástroje rychlejšího zajištění kultury. Na výzkumných plochách byly aplikovány jednotlivé přípravky a následně byl zkoumán jejich vliv na zdravotní stav, roční přírůst a foliární koncentraci základních živin. Na základě uvedených analýz je možné říci, že nejlepších výsledků dosáhlo hnojivo Silvamix Agluform, na výzkumných plochách se také projevil pozitivní účinek přípravků Silvamix R a Silvamix R + Stimul. Nepodařilo se prokázat vliv přípravku Vermaktiv Stimul na výživu smrkové kultury.

### **Klíčová slova:**

aplikace přípravku, foliární koncentrace, hnojiva řady Silvamix, hnojivý přípravek, smrková kultura, Vermaktiv Stimul, výživa



## **Abstract**

The thesis engages in influence of Silvamix Agluform and Vermaktiv Stimul preparations on Norway spruce (*Picea abies*) young plantations nutrition on Kralický Sněžník area. The main goal of thesis is assessment of effect on applied preparations like treatment more rapid established plantation. On the research plots were applied to particular products and subsequently were studied their effect on health, annual increment and foliar concentration of basic nutrients. Based on mentioned analysis, it is possible say that the best results achieved fertilizer Silvamix Agluform, on research plots have also seen the positive effect of Silvamix R and Silvamix R + Stimul. The Vermaktiv Stimul failed to demonstrate the stimulation effect on Norway spruce young plantations.

### **Key words:**

Preparation application, foliar concentration, Silvamix fertilizer, fertilized preparation, Norway spruce young plantation, Vermaktiv Stimul, nutrition

# 1 Úvod

Smrk ztepilý (*Picea abies*) je na našem území dřevinou s nejvyšším zastoupením porostní plochy a to 52%, i když v současný trend je odstraňování chřadnoucích smrkových monokultur z nižších lesních vegetačních stupňů, nepředpokládá se, že by zastoupení smrku kleslo pod 40%, z čehož vyplívá, že i nadále zůstane naší hlavní hospodářskou dřevinou (Kantor 2014).

V současné době dochází na různých částech našeho území k chřadnutí smrkových porostů. Problematika chřadnutí souvisí s biotickými činiteli a to především s gradací kambioxylofágního hmyzu (kůrovců) a napadením václavkou (*Armillaria spp.*), což vede k rozvratu celých porostu a vysokému podílu nahodilých těžeb. Další příčinou chřadnutí smrku jsou klimatické anomálie a nízké srážkové úhrny ve vegetačním období v nižších vegetačních stupních (Dušek 2014).

Chřadnoucí porosty smrku ztepilého se vyskytují i v horských a podhorských oblastech, zde se především projevuje doznívající imisní zatížení, absence bázi v půdním prostředí a výsadba genetiky nevhodného sadebního materiálu. Dalším problémem obnovy těchto lokalit jsou extrémní klimatické podmínky, které panují na velkoplošných kalamitních holinách. V podhorských a horských oblastech se lesní hospodářství obrací na hnojení jako nástroj optimalizace zdravotního stavu poškozených porostů. V těchto oblastech se hnojení realizuje především při obnově imisemi poškozených porostu, které vykazují chronické poruchy výživy. V současné době lesní hospodářství ustupuje od celoplošné aplikace hnojivých přípravků a preferuje bodové přihnojování jednotlivých rostlin. K optimalizaci výživy se využívají především dlouhodobě působící hnojiva, a to v práškové i granulové formě. Hnojení lesních porostů by mělo být součástí dalších lesopěstebních opatření a s těmito opatřeními by mělo vytvářet nedílný komplex. Hnojení v lesním hospodářství vždy vychází z konkrétních stanovištních podmínek a z aktuálního stavu výživy rostlin, a proto nelze vytvořit šablonovitý vzorec zásahu. Bodové hnojení lesních dřevin je ústředním tématem této bakalářské práce, jejíž výstupy by měly přispět k optimalizaci plánování hnojení v cílové oblasti Kralického Sněžníku a typologicky blízkých lokalit.

## **2 Cíl práce**

Hlavním cílem této bakalářské práce je posouzení vlivu aplikovaných přípravků Vermaktiv Stimul a Silvamix Agluform (dále v textu Silvamix A) na smrkové kultury na lokalitě Kralický Sněžník. Vyhodnotit vliv aplikovaných přípravků na výškový přírůst, zdravotní stav a foliární koncentraci základních živin. Dílčím cílem práce je také zhodnocení stanovištních podmínek na výzkumných plochách.

## **3 Literární přehled**

### **3.1 Definice hnojení**

Hlavním cílem hnojení v lesním hospodářství je dodání nedostatkových živin limitujících produkci daného stanoviště. Hnojení v lesním hospodářství představuje cílevědomou činnost a musí být součástí dalších lesopěstebních opatření. Úprava živin by měla vždy být součástí komplexní péče o porosty a každému zásahu by měla předcházet analýza potřeby hnojení vycházející ze stavu živin na konkrétním stanovišti. Proto nelze vytvořit zásah šablonovitého typu, který bude možné aplikovat na všech plochách. Z tohoto důvodu lze hnojení v lesním hospodářství dělit dle způsobu aplikace a stáří porostu. Dalším možným hlediskem dělení je původ, chemické složení, tvor a hnojiva (Nárovec 2001).

### **3.2 Úloha hnojení**

Hlavním úkolem hnojení je přímé nebo nepřímé dodání živin, které jsou na určitém stanovišti limitující pro správný růst a zdravotní stav porostu. Z tohoto důvodu by měly být hnojeny především porosty, které vykazují akutní nedostatek živin a u nichž se projevují poruchy výživy. Dále by mělo být hnojení využíváno na stanovištích, kde je úspěch obnovy porostu limitován půdními poměry. Hnojení může být částečně využíváno i v případech kdy, stav živin a výživy není pro růst a vývoj limitující, ale je zapotřebí rychle zlepšit zdravotní stav porostu, především po poškození biotickými škůdci nebo abiotickými činiteli. Hnojení jako prostředek zlepšení produkční funkce lesa, kdy dochází k úpravě zásoby živin v půdě za účelem zvýšení produkce dřevní hmoty, se dnes na lesních pozemcích nevyužívá. V současnosti je hnojení preferováno především při obnově lesů v horských oblastech a stanovišť poškozených průmyslovými imisemi. Hlavním důvodem hnojení v těchto oblastech je antropogenně změněný chemismus lesních půd, poruchy výživy dřevin a s tím spojený zhoršený zdravotní stav. V jednotlivých oblastech nejsou imisně ekologická situace homogenní, proto jsou strategie hnojení lesu odlišné a tyto regionální rozdíly musí být vždy zohledněny (Nárovec 2001, Nárovec 1993).

### 3.3 Opatření řešící degradaci půdního prostředí

Jako nápravné opatření řešící stav lesních půd, degradovaných vlivem imisní nebo dlouhodobým narušováním přirozených půdotvorných procesu, může být využito základní hnojení, ale je vždy nutné respektovat souvislosti živinových a energetických procesů daného ekosystému. Nejvýznamnějším prvkem ovlivňující koloběh látek lesních půd je humusový horizont. Stav humusových horizontu je jedním z nejvýznamnějších činitelů ovlivňujících realizaci melioračního opatření (Klimo 1990).

Degradace látkového koloběhu je základním projevem degradace půdy. Základní hnojení, by na takto degradovaných půdách mělo plnit funkci počátečního impulsu regradálního procesu. Pro zajištění regradace koloběhu živin v lesním ekosystému je tak velmi významná vhodná volba obnovních postupů a cílová dřevinná skladba s nezbytnou příměsí listnatých dřevin. Samostatné hnojení lesních půd bez návaznosti na další pěstební opatření, má většinou pouze nepatrný účinek. Meliorační zásahy by se měly provádět především, při přípravě obnovy nebo v mladším věku porostu, případně i pod porostem tak, aby následný porost (především ve 20. až 40. letech) vyrůstal v regradovaných podmínkách (Nárovec 2001).

### 3.4 Typy hnojení

#### 3.4.1 Základní hnojení

Základním hnojením se přímo ovlivňují a zlepšují produkční schopnosti půd, provádí se především celoplošnou aplikací dlouhodobě působících hnojiv. K základnímu hnojení se používají především dlouhodobě působící vápenatá, fosforečná a hořečnatá hnojiva. Tímto typem hnojení dodáváme do půdy hnojivé látky, které mají upravit nevyhovující stav půdních podmínek, případně zlepšit produkční poměry daného stanoviště. Hlavním cílem základního hnojení je aktivizace a intenzifikace koloběhu živin. Chemická meliorace, neboli základní hnojení má plnit úlohu spouštěče regradálního procesu. Základní hnojení lesních půd se využívá především při zjištění nevhodné formy humusu, při acidifikaci lesních půd, která způsobuje nenasycenost sorpčního komplexu nebo při zjištění výrazného ochuzení půdy o živiny. Základní hnojení se aplikuje především na chudších stanovištích, kde nedochází k rozkladu opadu a vytváří se vrstva surového humusu. Nebo na stanovištích které, byla nevhodným způsobem v minulosti

obhospodařována (hrabání steliva, zakládání smrkových monokultur na nevhodných stanovištích). Prvotním podkladem při plánování základního hnojení by měly být výsledky komplexního pedologického průzkumu daného stanoviště (Nárovec 2001, Vavříček 2001).

### 3.4.2 Operativní hnojení

Operativní hnojení přímo ovlivňuje stav výživy rostlin. Tento typ hnojení se uplatňuje především na porosty s aktuálním deficitem živin. U tohoto typu hnojení je nutný rychlý nástup účinnosti, z tohoto důvodu se aplikují především stimulační tekuté přípravky na listový aparát (mimokořenová výživa). Zhoršený zdravotní stav porostu spojený s nedostatkem základních makroprvků se týká porostů všech věkových tříd. K poruchám výživy dochází především v oblastech se silným imisním poškozením (Podrazaký 2004).

Prvotním počinem při plánování operativního hnojení je zhodnocení stavu výživy porostů a stanovení příčiny poruchy výživy, zpravidla se zpracovává takzvaný výživářský rozbor. Při zpracování výživářského rozboru se uplatňují dvě základní diagnostické metody a to stanovení poruch výživy na základě vizuálních symptomů nebo vyšetření stavu výživy laboratorním rozbořem rostliny. Tyto dva základní postupy mohou být doplněny o chemické, fyzikální a biologické rozborů půdy. Prvotními vizuálními symptomy, které poukazují na poruchu výživy dřeviny jsou morfologické změny asimilačního aparátu. Dochází především ke změně délky a hmotnosti listu, dále se může měnit tvar výhonu i listu. Barevné změny asimilačního aparátu poukazují většinou až na chronický nedostatek živin. Chronické poruchy výživy můžeme zpravidla odhalit pomocí barevných změn asimilačního aparátu, ale je nutné poukázat na to že, změna zbarvení může být vyvolána i jiným stresovým faktorem (Nárovec 2001).

Akutní nedostatek dusíku se projevuje především těmito symptomy: světle zelené až nažloutlé zbarvení asimilačního aparátu, změna barvy se vyskytuje po celé ploše listu (nejsou zřetelné ostré barevné přechody). Listy i jehlice jsou často zmenšené, dochází ke zkrácení výhonů. Akutní nedostatek fosforu se u lesních dřevin projevuje především načervenalým, fialovočerveným až oranžovohnědým zbarvením listů a jehlic. Na listech

se vytváří skvrny, které jsou patrné na okraji čepele. U jehličnanů dochází k opadu jehlic z terminálního výhonu.

Na akutní nedostatek draslíku upozorňuje především žluté až hnědé zbarvení konců jehlic nebo okraje listové čepele. Listy bývají na okraji svinuté, později listové okraje hnědnou a stávají se nekrotické. U jehlic nažloutlé špičky přecházejí do zeleného zbarvení bazální části, v pozdějších stadiích se špičky jehlic stávají nekrotické. Při nedostatku draslíku nedochází k zmenšování velikosti jehlic a listů. Akutní nedostatek hořčíku lze indikovat podle nažloutlých listů, později se vytváří světle hnědé skvrny mezi žilnatinou. U jehličnanů nejdříve žloutnou starší ročníky jehličí, přičemž nejmladší ročník zůstává tmavě zelený (Uhlířová 2004).

### **3.4.3 Udržovací hnojení**

Udržovací hnojení je součástí intenzifikace lesního hospodářství. Jedná se o základní hnojení, které se provádí v maximálně šestiletých periodách (Nárovec 1993).

### **3.4.4 Startovací hnojení**

Startovací hnojení se aplikuje ihned po výsadbě, hnojivo je aplikováno bezprostředně k vysazeným rostlinám. Cílem toho hnojení je nejen dodat chybějící živiny, ale i stimulovat růst vysazených rostlin (Mauer 2009).

### **3.4.5 Hnojení pro podporu fruktifikace**

Tento typ hnojení se provádí především před očekávanou úrodou v semenných sadech. Hlavním cílem je zvýšení fruktifikace porostu a upřednostňují se hnojiva s vyšším obsahem draslíku a fosforu (Mauer 2009).

### **3.4.6 Hnojení při obnově lesa v imisních oblastech**

Při obnově lesa v imisních oblastech bývá využíváno jak základní hnojení lesních půd tak operativní hnojení založených kultur. Především v imisních oblastech je důležité dodržet podmínku komplexnosti zásahu, to znamená, že meliorační a hnojivářské opatření musí na sebe navzájem navazovat a vytvářet ucelenou soustavu opatření. Dále hnojení musí navazovat na další lesopěstební opatření jako je zvyšování procentuálního zastoupení melioračních dřevin v jehličnatých monokulturních porostech a s těmito

opatřeními vytvářet nedílný komplex. Hnojení v imisních oblastech se aplikuje nejen z důvodu regradace koloběhu živin a odstranění akutních poruch výživy dřevin, ale i z důvodu odstranění negativního vlivu kyselých depozic na půdy a lesní porosty (Nárovec 2001).

Cílem hnojení v imisních oblastech je především úspěšná obnova lesa a následné dosažení zajištěné kultury. Ve dvou až tříletém předstihu před realizací samotné obnovy stanoviště se provede zhodnocení stavu půdních poměrů, především se posuzuje kvalita a aktivita humusového horizontu, laboratorně se stanoví půdní kyselost a vlastnosti sorpčního komplexu, obsah živin v půdě. Na základě tohoto rozboru se rozhodne o potřebě chemické meliorace lesních půd bazickými melioračními hnojivy nebo jinými hnojivy a o způsobu jejich aplikace na půdu, popřípadě zapracování do půdy. Úprava chemizmu půdy se provádí buď celoplošně před zalesňováním, nebo pouze pomístně při přípravě půdy před samotnou výsadbou rostlin. Typ hnojiva a způsob aplikace, záleží především na konkrétních stanovištních podmínkách (Vavříček et Kučera).

Při zalesňování je možné vápenatá a fosforečná hnojiva aplikovat přímo do jamek, za předpokladu, že dojde k dobrému promísení hnojiv s minerální zeminou a půdní organickou hmotou. Dávkování na jednu sadbovou jamku se pohybuje u mletých vápenců v rozmezí 0,1-0,5, kg u silikátových hornin je možné zvýšení dávky až na 1kg . Při zakládání kultur se může prolínat základní hnoje s melioračními zásahy, ale v tomto případě základní hnojení sleduje odlišný cíl než meliorační zásah, kdy jde především o stimulaci růstu založené kultury, zlepšení zdravotního stavu, zvýšení odolnosti proti abiotickým činitelům a biotickým škůdcům. Ke zlepšení růstu a zdravotního stavu lesních kultur v imisních oblastech se využívají především vícesložková hnojiva s nižším obsahem dusíku nebo vícesložková hnojiva typu NPK, v menší míře jsou využívána jednosložková hnojiva s majoritním podílem dusíku.

Zapojené kultury se dusíkatými hnojivy zpravidla nehnojí, jelikož zvýšený obsah dusíku v půdě vede k vzniku štíhlých kmenů a málo rozvinutých kořenových systémů. Hnojivý účinek má v porostu ponechaná a následně tlející klest z prvních výchovných zásahů v kombinaci s pomístním narušením půdního povrchu. Plošný způsob hnojení kultur je výjimečný a preferuje se individuální aplikace práškových a granulovaných hnojiv k jednotlivým rostlinám. K hnojení v době výsadby do sadbové jamky se



používají především hnojiva, která dlouhodobě uvolňují živiny do půdního prostředí (Nárovec 2001, Nárovec et Jurásek 1993).

### **3.5 Vápnění a chemická meliorace**

Vápnění je jednorázovým, nepřírozeným zásahem a má na půdu mnohostranný účinek. Dochází k ovlivnění celé řady půdních charakteristik o to především k snížení kyselosti půd, ovlivnění sorpčního komplexu, ovlivnění mineralizačních procesů a koloběhu dusíku, změně mobility těžkých kovů, dále ovlivňuje vývoj kořenového systému.

Koncem 70. a začátkem 80. let docházelo k zhoršení zdravotního stavu vlivem kyselé depozice. V průběhu 80. let došlo k prudkému zhoršení zdravotního stavu lesů a na řadě míst došlo k silnému poškození a rozpadu lesních porostů. Za této situace se obracela pozornost lesního hospodářství k celoplošnému vápnění jako prostředku optimalizace stavu poškozených porostů.

Kyselost půdy je nejčastěji posuzovanou charakteristikou při hodnocení vlivu vápnění. Zněna kyselosti půdy závisí na druhu a množství použitých vápenných látek, půdních vlastnostech konkrétního stanoviště a především na kvalitě a mocnosti horizontu nadložního humusu (se zvyšující tloušťkou nadložního humusu se výrazně snižuje účinnost vápnění).

Pokud dochází pouze k povrchové aplikaci, vliv vápnění na kyselost půdy bývá opožděn a nemusí dojít k ovlivnění minerální složky půdy. Po aplikaci vápenných látek v lesních půdách dochází k změnám procesů mineralizace, humifikace a vzniká riziko rychlé mineralizace humusového horizontu. V současné době z analyzovaných studií vyplývá, že celkový dopad vápnění na koloběh dusíku je negativní a s rostoucími účinky vápenných hnojiv roztoků rostou i ztráty dusíku. Aplikace vápenných látek velmi výrazným způsobem ovlivňuje populace půdních bakterií a hub. Dále může docházet k narušení, či kompletní změně mykorrhizy. Vápnění může ovlivnit růst kořenů, zejména jejich vertikální rozlišení, může docházet k úbytku kořenů v hlubších minerálních horizontech a jejich koncentraci v povrchových vrstvách. Tato nepřírozená změna architektury kořenového systému je zapříčiněna především pomalou účinností vápenné látky, kdy její účinek zůstává soustředěn dlouhou dobu především ve svrchních horizontech. Menší hloubka prokořenění snižuje prostor pro čerpání živin, může

zvyšovat náchylnost stromu k poškození suchem, holomrazy a dále může způsobit budoucí mechanickou labilitu porostu (Hruška 2001).

### **3.5.1 Zhodnocení vlivu vápnění v Orlických horách**

Bylo zjištěno, že provozní vápnění v Orlických horách, mělo téměř identické dopady na ekosystém, jako obdobné zásahy v Jizerských horách nebo Krkonoších. Celkové změny vyvolané vápněním, jsou zde málo zřetelné a nejednoznačné. Zajímavé je zjištění, že u minerálního horizontu A1 na vápněných plochách bylo častěji pozorováno snížení pH než jeho zvýšení. Je možné že, že na tomto jevu se podílel tzv. přenos acidity ze svrchních vrstev do nižších horizontů. V rámci výzkumu byly prováděny experimenty, které hodnotily vliv různých dávek vápence (3 až 9 t/ha) s rozdílným zrnitostním složením. Šetření, které se uskutečnilo po uplynutí jedné vegetační sezony, ukázalo poměrně výraznou změnu půdního chemizmu. V svrchních půdních vrstvách došlo k snížení acidity a zvýšení bází. Dále byla prokázána vyšší účinnost jemně mletého vápence. A zároveň byly prokázány ztráty humusu a dusíku po vápnění ve výši až 40%. Tyto ztráty se výrazně zvyšovaly při narušení půdního povrchu mechanizací. Z analýzy vyplynulo, že došlo k značnému zesílení mineralizačních pochodů po vápnění. Zvýšila se také biologická respirační aktivita, která indikuje odbourávání organických látek a nitrifikaci ( Podrtazský 1989).

### 3.6 Základní dělení hnojiv

Hnojiva v lesním hospodářství lze rozdělit na dva základní druhy organická a minerální. Organická hnojiva se využívají především ve školkařství a zalesňování zemědělských půd, nebo oblastech ohrožených ztrátou humusových látek. Jedním z nejčastěji využívaných hnojiv jsou kompostové substráty, dále se využívají směsi drcené kůry a rašeliny, slámy. Mezi organická hnojiva lze zařadit i takzvané zelené hnoje, jde o výsev a následné zaorání bylin, které vytváří velkou biomasu nadzemní části a kořenovým systémem. Nejčastěji se používají vlčí boby (*Lupinus polyphyllus*), žito (*Secale sp.*), hořčice setá (*Sinapis alba*).

V lesnické praxi se při obnově porostů využívají především minerální hnojiva. Ty se dále rozdělují dle formy na pevná (tablety, prášky, granule) a kapalná. Kapalná hnojiva se aplikují především ve formě listových postřiků. Dále je možné dělit minerální hnojiva dle chemického složení na dusíkatá, draselná, hořečnato-vápenatá, fosforečná (Mauer 2009, Vavříček et Kučera 2014).

### 3.7 Pravidla správné aplikace hnojiv

Aby bylo hnojení účinné, je nutné dodržet několik základních zásad hnojení v lesních postech. V první řadě je to výběr hnojiva, stanovení optimální dávky a vhodná doba aplikace přípravku, dále je nutné vždy respektovat stanovištní podmínky, věk a zdravotní stav porostu. Před hnojením je nutné zhodnotit potřebu melioračního zásahu. Přehnojení jedním prvkem má na rostliny výrazně negativní vliv. Prvním projevem potřeby chemické meliorace jsou morfologické změny asimilačního aparátu, tento prvotní projev karence musí být vždy doplněn o listové analýzy a laboratorní rozborů půdy. Doba aplikace je volena tak, aby rostliny byly schopny plně využít dodané živiny. Vápenatá a fosforečná hnojiva je možné aplikovat celoročně. Dusíkatá hnojiva se nesmí být aplikována na konci vegetačního období, jelikož by mohl být prodloužen růst rostlin a docházelo by k poškození rostlin mrazy. Ve vodě snadno rozpustná hnojiva je vhodné aplikovat v jarním období, kdy rostliny vystupují z dormance a obnovují růst kořenového systému (Podrazský 2005, Richter et Hlušek 1994).

### 3.8 Hnojiva řady Silvamix

Výrobcem minerálního hnojiva SILVAMIX® je podnik ECOLAB Znojmo, spol. s r.o. Minerální hnojiva SILVAMIX® řadíme do skupiny tzv. pozvolně působících hnojiv, obecně jde o průmyslová hnojiva, u nichž výrobci usilují o zajištění postupného uvolňování živin a o omezení neefektivních ztrát dodaných živin vytěkáním, či vymýváním. Z těchto hnojiv se pozvolně a dlouhodobě uvolňují živiny minimálně po dobu 2 let (Martinů 2007).

Hlavní živinou obsaženou v hnojivech Silvamix je dusík, ten je zde ve formě močovino-aldehydových kondenzátů neboli Ureaformu. Ureaform se vyznačuje různou rozpustností ve vodě v závislosti na délce polykondenzátového řetězce, proto na počátku hnojení nedochází k tvorbě vysokých koncentrací dusíku v půdě. Pozvolné uvolňování ostatních živin fosforu, hořčíku a draslíku vyplývá z malé rozpustnosti použitého dvojnásobného fosforečnanu draselnohořečnatého. Snížená rozpustnost všech živin v hnojivech je tedy způsobená chemickými vlastnostmi látek a není v principu ovlivněna fyzikálními úpravami hnojiva (jemností mletí). Z tohoto důvodu se zásadně neliší rychlost uvolňování živin z tablet a prášku. Vlivem pozvolné rozpustnosti je eliminováno riziko proniknutí živin do povrchových a spodních vod, což umožňuje aplikaci hnojiv v oblastech ochrany vodních zdrojů. Soubor vlastností hnojiv SILVAMIX® minimalizuje negativní dopady klasických rychle rozpustných průmyslových hnojiv na životní prostředí (Martinů 2007).

### **3.8.1 Aplikace hnojiv Silvamix**

#### **3.8.1.1 Aplikace tabletovaných hnojiv**

Hnojiva SILVAMIX<sup>®</sup> ve formě tablet jsou vhodná především pro hnojení a dohnojování kultur do věku čtyř let. Používá se dávka v rozmezí 40 – 50 g hnojiva ke každé rostlině (to znamená 4-5 tablet). Tablety se umísťují rovnoměrně po obvodu koruny. Nikdy se nesmí být kladeno více tablet v bezprostřední blízkosti, jelikož by se staly bodovým zdrojem živin a docházelo by k deformacím kořenového systému. Tablety se kladou na povrch půdy a poté lehce zašlápnou. Tablety lze aplikovat i při výsadbě, kdy se kladou na okraj sadbové jamky. Vzdálenost tablet od kmene odpovídá průmětu obvodu korunka půdu. Způsob aplikace je volen dle stanovištních a klimatických podmínek (Kubelka 2007, Mauer 2009).

#### **3.8.1.2 Aplikace hnojiv ve formě prášku**

Hnojiva SILVAMIX<sup>®</sup> ve formě prášku jsou vhodná pro hnojení a dohnojování sazenic v lesních školkách a pro přípravu lesních a zahradních substrátů. V roce setí se práškové hnojivo SILVAMIX<sup>®</sup> aplikuje posypem v dávce nejméně 200-300 g/m<sup>2</sup>. V následujícím roce se doporučuje hnojení opakovat v minimálně poloviční dávce – 100-150 g/m<sup>2</sup>, nebo případně dodatečně dohnojit rostliny dle místních potřeb jednosložkovým rychle rozpustným dusíkatým hnojivem (Kubelka 2007).

### **3.8.2 Přípravky z řady hnojiv Silvamix**

#### **3.8.2.1 AGLUFORM<sup>®</sup>90TE**

Tento přípravek je určen pro lesní a okrasné školky. Využívá se k individuálním zásobní hnojení a přihnojování víceletých rostlin. Vyrábí se v práškové i tabletové formě, kdy hmotnost jedné tablety je 10g nebo 15g.. Procentuální zastoupení základních živin v přípravku: dusík 19%, fosfor 7%, draslík 10%, hořčík 4,8% (Martinů 2007).

#### **3.8.2.2 SILVAMIX<sup>®</sup> R30**

Tento přípravek je určen pro lesní výsadby, ovocné stromy. Využívá se především k individuálnímu zásobní hnojení a přihnojování víceletých rostlin. Vyrábí se v práškové i tabletové formě. Hmotnost jedné tablety činí 10g. Procentuální zastoupení základních živin v přípravku: dusík 10%, fosfor 7%, draslík 10%, hořčík 7,5% (Martinů 2007).

## 3.9 VERMAKTIV STIMUL

Vermaktiv Stimul je tekutý pomocný přípravek, vyráběný společností ENZIMIX s.r.o.. Obsahuje enzymy, fytostimulátory, humusové látky, aminokyseliny, cytokininy, auxiny, kyselinu anthraninovou a kyselinu aminoocetovou. Vermaktiv Stimul zlepšuje kondici rostlin a tím zvyšuje jejich odolnost vůči stresovým faktorům, dále podporuje zakořeňování, růst a kvetení. Přípravek Vermaktiv Stimul se aplikuje na povrch půdy, kde způsobuje zmnožení půdních bakterií, což má za následek urychlení enzymatických procesů a urychlení rozkladu organické hmoty (Petružálek a kol. 2013).

### 3.9.1 Všeobecné údaje

Vermaktiv Stimul je organominerální stimulační přípravek, který rostlina přijímá skrze asimilační aparát a kořenový systém. Jde o speciálně upravený extrakt z živočišných a rostlinných buněk, obsahující fosfor a dusík vázaný v organické formě. Dále obsahuje skupiny aminokyselin, enzymů, hormonů a další stimulační látky. Jelikož tento přípravek obsahuje pouze přírodní látky, při jeho používání nehrozí akumulace toxických látek v půdě a v rostlinách. Vermaktiv Stimul se vstřebává přes asimilační aparát, z čehož vyplývá, že nástup pozitivních účinků je poměrně rychlý. Přebytek aplikovaného koncentrátu se vsáknou ke kořenovému systému, kde zvyšuje množství půdních bakterií, zabraňuje rozvoji plísní (Petružálek a kol. 2013).

### 3.9.2 Aplikace přípravku

Koncentrovaný Vermaktiv Stimul se ředí vodou. Na jehličnany se první postřik provádí začátkem vegetačního období v koncentraci 1:500, druhý postřik se provádí na přelomu července a srpna v koncentraci 1:1000. Přípravek se aplikuje u velkoplošného použití plošnými postřikovači se štěrbinovými tryskami, při maloplošné aplikaci je možné použít běžné ruční a zádové postřikovače. Ošetřování rostlin přípravkem se doporučuje provádět mimo dobu přímého ozáření sluncem a přípravek je po uplynutí dvou hodin od aplikace nesmytelný. Při aplikaci na rostliny se sníženou vitalitou nebo s příznaky napadení lze zvýšit koncentraci přípravku. Vermaktiv Stimul lze libovolně mísit s dalšími přípravky například proti biologickým škůdcům nebo plísním, kde Vermaktiv Stimul aktivuje imunitní systém a zesílení účinku použitých látek, při ochraně rostlin (Petružálek a kol. 2013).

### 3.10 Minerální výživa rostlin

Minerální výživa rostlin je definována jako proces začleňování především biogenních prvků do látek tvořících tělo rostliny. Minerální výživu nelze oddělit od fotosyntézy a dobrá úroveň minerální výživy je základním předpokladem pro plného rozvinutí fotosyntetické činnosti.

Hlavní faktory fotosyntézy můžeme zjednodušeně rozdělit na:

1. Sluneční záření (tj. zdroj energie a tepla)
2. Živiny
  - a)  $\text{CO}_2$
  - b)  $\text{H}_2\text{O}$
  - c) Minerální živiny N, P, K, Ca, Mg, S, Fe a ostatní stopové prvky (souhrnně označujeme jako minerální výživu)

(Matula 1977)

### 3.11 Základní aspekty koloběhu živin

Živným prostředím pro kořeny rostlin je půda, která je primárním zdrojem živin. Půdu je nutno chápat jako heterogenní soustavu, která se skládá z pevného, kapalného a plynného podílu. Pevný podíl půdy rozdělujeme na organickou a anorganickou složku, kdy lze organickou složku půdy dále členit na živou část (živé kořeny rostlin, půdní edafon) a neživou část (kořenové exudáty, odumřelé kořeny, humus). Anorganickou složku půdy tvoří úlomky, zvětraliny půdotvorných hornin a minerální látky. Kapalným podíl je tvořen vodou, která v kombinaci s minerálními látkami tvoří půdní roztok. Plynný podíl půdy je tvořen půdním vzduchem a půdními plyny. Jednotlivé dílčí elementy tvořící půdu se navzájem ovlivňují a jsou dále ovlivňovány podmínkami vnějšího prostředí (Kincl 2000).

Celková dynamika systému je dána především chemizmem matečné horniny, dřevinou skladbou lesního porostu, půdním edafonem, charakterem klimatu a s tím souvisejícím vodním režimem. Chemické složení matečné horniny představuje primární zdroj minerálních látek v půdě a ovlivňuje reaktivitu jednotlivých prvků a sloučenin v chemických procesech. Jednotlivé dřeviny se od sebe odlišují především charakterem opadu asimilačního aparátu. Kdy se v smrkových a borových porostech vytváří na

živiny chudý a kyselý opad. Naopak dřeviny jako lípa, javor, dub mají opad s vyšším podílem bází, které se rozkladem opadu dostávají opět do koloběhu. Klima ovlivňuje koloběh látek především teplotou, která podmiňuje složení a činnost půdního edafonu (Vavříček et Kučera 2014).

### 3.12 Stavební látky rostlin

Biogenní prvky jsou definovány jako prvky pro rostlinu nenahraditelné, bez nichž by rostlina nemohla růst a rozmnožovat se. Při rozboru rostliny zjišťujeme, že podstatnou část její hmotnosti tvoří voda. Obsah vody se stanovuje vysoušením při cca 105°C. Rozdíl mezi hmotností čerstvé rostliny a hmotností sušiny udává množství vody, kterou rostlina obsahovala a uvádí se v %. Obsah vody v asimilačním aparátu se pohybuje okolo 80-85%, v semenech 5-15% a u dřeva živých stromů voda činí asi 50-55% hmotnosti (Matula 1977).

Vysoušením vzniklá sušina, která obsahuje látky organické (proteiny, lipidy, sacharidy, alkaloidy) a látky anorganické (minerální). Ve vysušených a bezvodnatých pletivech je obsaženo asi 45% uhlíku, 42% kyslíku, 6,5% vodíku a 1,5% dusíku a 5% dalších minerálních látek. (Šebanek a kol. 1983).

Pokud sušinu vyžeháme, uniknou látky organické ve formě CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O, oxidů dusíku nebo jako volný dusík a zůstane popel. Popel obsahuje pouze anorganické. Procentuální zastoupení jednotlivých prvků v rostlině není po celou dobu života konstantní, mladá pletiva obsahují více dusíku, fosforu a draslíku, zatímco starší pletiva obsahují více vápníku, manganu a železa (obsah dusíku, fosforu a draslíku se s postupujícím věkem snižuje).

Minerální živiny lze podle jejich obsahu v rostlinných pletivech dělit na:

- A. Makroelementy – vyskytují se v pletivech v obsahu od několika procent až po desítky procent. Patří sem: C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe,
- B. Mikroelementy – s obsahem menším než 0,05%: Fe, Mn, Zn, Mo, Cu, B,
- C. Ultramikroelementy – vyskytují se v rostlinách ve velmi malém množství (řádově 10<sup>-6</sup>%), řadíme sem: Au, Ag, Ra aj.,
- D. Užitečné prvky – jejich obsah může dosahovat vysokých hodnot. Charakteristické je to, že je nepotřebují všechny rostlinné druhy. Patří sem Cl, Si, Al,



O některých prvcích dosud nevíme, zda jsou pro růst a správný vývoj rostliny nezbytné (biogenní), nebo byly náhodně přijaty jako Na nebo Si. Stavební (makrobiogenní) prvky obsahují rostliny relativně velké množství, zatímco stopové (mikrobiogenní) prvky jsou zastoupeny pouze nepatrným množstvím, a přesto jsou pro rostlinu nezbytné, mikrobiogenní prvky působí na biochemické reakce probíhající v rostlině jako katalyzátory (Havelka 1989).

## 3.13 Makroprvky

### 3.13.1 Uhlík (C)

Uhlík je základním stavebním prvkem veškeré organické hmoty ať živé nebo odumřelé. V průběhu dekompozice odumřelé organické hmoty, stavební složky odumřelých organismů přecházejí do anorganické podoby ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) a uhlík je uvolňován ve formě  $\text{CO}_2$ . Následně je uhlík z oxidu uhličitého zabudováván v procesu fotosyntézy do organické hmoty zelených rostlin, odkud je částečně uvolněn v procesu dýchání. Dále se uhlík s opadem dostává opět do půdy a proces se opakuje. Proces koloběhu uhlíku, kdy je uhlík zabudováván do organické hmoty, uvolněn a transformován v minerální podobě, se nazývá globální cyklus dusíku. Vedle významu základní stavební složky organické hmoty má uhlík mnoho dalších funkcí. Je významným nositelem živin v podobě humusu, výrazně zvyšuje retenci půdy a některé živiny se váží především na organickou hmotu, jako například draslík (Vavříček et Kučera 2014).

### 3.13.2 Dusík (N)

Dusík je jedním z nejrozšířenějších prvků, je v atmosféře zastoupen asi 78%. Tento atmosférický dusík dovedou přímo vázat pouze sinice a některé druhy bakterií žijících volně v půdě nebo vodě. Dusík se do půdy dostává mikrobiální fixací a nebo tzv. „umělou“ cestou v podobě synteticky vyrobených dusíkatých hnojiv. Poměrně malé množství dusíku se dostává do půdy srážkami anebo pevným spadem. Půdní bakterie se nejvýrazněji podílejí na koloběhu dusíku v přírodě. Obsahuje-li půda dostatek vzduchu, tak může probíhat proces nitrifikace. Nitrifikace je definována jako proces při, kterém některé druhy bakterií redukují vzdušný elementární dusík na formu  $\text{NH}_4$  (Kincl 2000).

Zelné rostliny dovedou z půdy přijímat pouze nitráty, redukované na  $\text{NH}_4^+$  a používat je jako zdroj dusíku pro tvorbu všech dusíkatých sloučenin. Rostliny jsou schopny využít dusík jak v dusičnanové tak amonné formě. Dusičnany jsou v půdním tělese málo stabilní, jelikož v něm nejsou nijak vázány a velmi snadno se z půdy vyplavují. Následně se dusičnany dostávají do povrchových vod, kde způsobují ekologické problémy (eutrofizace vod). Při nedostatku dusíku dochází ke krnění rostliny, rostliny předčasně kvetou a stárnou. Stonky jsou tenké a růst listů je zpomalený, mohou se objevovat žlutozelené skvrny. Při nadbytku dusíku jsou listy temně zelené a rostliny pozdě kvetou.

### 3.13.3 Fosfor (P)

Fosfor je makrobiogenní prvek, který je nezbytný pro výživu rostlin. Fosfor je obsažen v buněčném jádru a hraje zde důležitou roli při dělení jádra a tvorbě dělivých pletiv. Je obsažen i v cytoplazmě a při jeho nedostatku se zpomaluje tvorba nových buněk. Nejvíce fosforu potřebují rostliny při zakládání a zrání semen. Obsah fosforu v půdě je poměrně nízký asi 0,15%. Fosfor rostlina přijímá ve formě  $\text{PO}_4^{3-}$  a  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Při nedostatku fosforu dochází v listech k zvyšování obsahu glycinů antokyanů a listy dostávají modrý až fialový odstín. Nadbytek fosforu má opačný efekt jak nadbytek dusíku, rostliny zkracují vegetační dobu a plody brzo dozrávají (Richter 1999).

### 3.13.4 Síra (S)

Síru rostlina získává ve formě  $\text{SO}_4^{2-}$  nebo  $\text{SO}_2$ . Síra je v rostlině obsažena především v protoplazmě a enzymech. V kombinaci s dusíkem se podílí na syntéze bílkovin. Síra se hromadí v listech a semenech. Případný nedostatek síry by se projevoval obdobně jako nedostatek dusíku (Klimo 2003).

### 3.13.5 Draslík (K)

Draslík rostliny z půdy přijímají ve formě  $K^+$ . Draslík podporuje hydrataci buněk vodou a podílí se na enzymatické činnosti, především na tvorbě jednoduchých sacharidů a škrobů. Draslík se v rostlině hromadí především v dělivých pletivech a v místech aktivního metabolismu. Nedostatek draslíku se projevuje tak, že asimilační aparát dostává namodralý odstín, což je způsobeno hromaděním amoniakálního dusíku, který je pro asimilační aparát toxický. Mírný nadbytek draslíku způsobuje částečné zvýšení produkce biomasy (Vavříček et Kučera 2014).

### 3.13.6 Vápník (Ca)

Vápník přijímají rostliny ve formě kationtu  $Ca^{2+}$ . Vápník je významnou složkou buněčných stěn a podílí se na jejich zpevnování. Vápník snižuje propustnost membrán a zpomaluje vstup draslíku, železa a těžkých kovů do buněk, dále může snižovat případnou intoxikaci rostlin. Neutralizuje organické kyseliny, které vznikají v metabolismu (neutralizace kyseliny šťavelové na šťavelan vápenatý). Při nedostatku vápníku dochází k odumírání meristematických pletiv a na asimilačním aparátu se vytváří hnědé skvrny. Celkový růst rostliny se zpomaluje, až rostlina odumírá (Richter 1999).

## 3.14 Mikroprvky

Nezastupitelnou roli ve výživě rostlin hrají také mikroprvky, kdy rozeznáváme sedm nejvýznamnějších mikroprvků: železo, mangan, zinek, měď, molybden, bor, chlor. Ačkoli mají v celkovém podílu rostlinné biomasy pouze nepatrné zastoupení, jsou nepostradatelné pro zajištění fyziologických činností rostliny. Vstupují do biochemických reakcí kde, působí jako katalyzátory, účastní se fotosyntézy (Fe, Mn, Zn, Cu, Mn). Zinek a bor zvyšují rezistenci vůči patogenům, zinek se podílí na růstu rostliny a měď na tvorbě ligninu (Vavříček et Kučera 2014).

## **4 Metodika**

### **4.1 Pedologický průzkum**

Na každé výzkumné ploše proběhl pedologický průzkum, byla vybrána reprezentativní část výzkumné plochy, a v této části byl realizován výkop půdní sondy. U vyhloubených půdních sond, byla provedena stratigrafie půdních horizontů a jejich popis. Dále byl u každé sondy určen půdní typ a subtyp. Při popisu jednotlivých horizontů a určení půdního typu a subtypu byl využit Taxonomického klasifikačního systému půd České republiky (Němeček et kol. 2001).

### **4.2 Metodika založení výzkumných ploch**

Na výzkumných plochách (v textu dále jen PL ) byly na začátku vegetačního období aplikovány dva druhy přípravků: Vermaktiv Stimul 1:50 (organominerální stimulační přípravek) a Silvamix A (hnojivo). Za účelem vyhodnocení účinnosti jednotlivých hnojiv, zůstala část plochy nenahnojená tzv. kontrolní.

### **4.3 Metodika hnojení**

#### **4.3.1 Silvamix**

Hnojiva byla vždy aplikována na začátku vegetačního období, kdy rostliny aktivně přirůstaly. Hnojiva byla aplikována v jemné granulové formě. Aplikace hnojiv se prováděla bodově, tj. ke každé rostlině zvlášť. Hnojná dávka byla stanovena na 80g hnojiva k jedné rostlině, kdy bylo hnojivo rovnoměrně rozprostřeno na půdu v projekci korunky. Na jednotlivých plochách byly štítky označeny všechny nahnojené rostliny, u nichž byly měřeny další veličiny, jako je počáteční výška před hnojením, přírůst, dále byl stanoven zdravotní stav jednotlivých rostlin při aplikaci hnojiva.

#### **4.3.2 Vermaktiv Stimul**

Před realizací aplikace, bylo nutné koncentrovaný přípravek Vermaktiv Stimul rozředit vodou na požadovanou koncentraci. Na daný výzkum byl přípravek ředěn v poměru 1:50. Připravený roztok byl aplikován pomocí mechanického zádového postřikovače, kdy se aplikace prováděla bodově na asimilační aparát rostlin. Při ředění 1:50 a bodové aplikaci na rostliny s nadzemní výškou do 60 cm, je spotřeba koncentrátu asi 2-3 l/ha.

Spotřeba přípravku Vermaktiv Stimul o koncentraci 1:50 při aplikaci ročním zádovým postřikovačem na rostliny s nadzemní výškou 60 – 90 cm je 4-5 l/ha. Při použití motorové postřikovače se spotřeba zvyšuje.

Tab. 1: Barevné označení a zkratky aplikovaných přípravků

Barevné označení	Zkratka hnojiva	Druh hnojiva
M/B	VRM	Vermaktiv 1:50
Č/M/Č	SA	Silvamic A
Č	K	Kontrola
Č/B/Č	SR+ST	Silvamic R + stimulator
B	SR	Silvamic R
B/Č	VA	Vápnitý dolomit

Tab. 2: Aplikované přípravky dle jednotlivých ploch

Kralický Sněžník plocha	Dřevina	Zkratka hnojiva					
1 plocha	Smrk ztepilý	VRM	SA	K			
2 plocha	Smrk ztepilý	VRM	SA	K			
4 plocha	Smrk ztepilý	SR+ST	SR	VA	K	SA	VRM

## 4.4 Metodika vyhodnocení vlivu hnojiv

### 4.4.1 Metodika odběru vzorků jehlic

Odběry vzorků asimilačního aparátu se prováděly vždy na konci vegetačního období, až byly prýty plně vyztřelé. Vždy byly odebírány pouze nepoškozené letorosty. Vzorky byly odebírány pouze z výhonů s letošním ročníkem jehlic a odběr se prováděl z horní třetiny koruny. Z každé varianty hnojení byly odebrány dva směsné vzorky, přičemž každý směsný vzorek vznikl smíšením vzorků ze sedmi jedinců. Odběry vzorků na výzkumných plochách probíhaly v roce 2014.

### 4.4.2 Metodika laboratorních prací

Vzorky jehličí byly zpracovány v akreditované laboratoři společnosti Morava, s.r.o. se sídlem ve Studénce. Vzorky jehličí byly vysušeny za laboratorních podmínek a dále byly extrahovány ve směsi kyseliny sírové a peroxidu vodíku. Tento postup je určen k přípravě mineralizátu rostlinného materiálu pro stanovení dusíku, fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku. Po rozložení peroxidem vodíku a destilování vody je mineralizace dokončena varem s kyselinou sírovou. Stanovení celkového dusíku bylo provedeno coulometricky.

Dusík přítomný ve vzorku se mineralizací převede na amonné ionty. Ty jsou titrovány bromanem, který vzniká v alkalickém prostředí z elektrolytický generovaného bromu. Velikost elektrického náboje potřebného k vytvoření ekvivalentního množství bromanu je úměrná koncentraci amonných iontů v roztoku. Bod ekvivalence je indikován biamperometricky.

Fosfor se z biomasy stanovil spektrofotometricky. Fosforečnany tvoří v kyselém prostředí v přítomnosti molybdenanu a vanadičnanu žlutavě zbarvenou heteropolykyselinu molybdátovanadátosfosforečnou. Intenzita zbarvení se měří spektrofotometricky a vyhodnocení se provádí metodou kalibrační křivky.

Vápník a hořčík byly stanoveny metodou atomové absorpční spektrofotometrie v plameni acetylén – vzduch. Pro potlačení ionizace stanovených prvků byl přidán nadbytek draslíku. Vyhodnocení signálu se provádí metodou kalibrační křivky. Připravuje se směsná kalibrační křivka s modelováním matrice vzorků.

Stanovení draslíku bylo provedeno atomovou emisní spektrofotometrií (plamenovou fotometrií). Po termické excitaci v plameni acetylen – vzduch dochází k vyzáření charakteristického kvanta draslíku. Intenzita záření je úměrná koncentraci draslíkův optické ose přístroje (Zbíral, 1994).

#### 4.4.3 Metodika statistického vyhodnocení rozboru asimilačního aparátu

Statistické vyhodnocení laboratorních analýz směsných vzorku se provádělo pomocí softwaru STATISTICA. Normalita a homogenita dat byla zkoumána pomocí Shapiro-Wilksova testu. Z výsledků Shapiro-Wilksova testu a Bartlettova testu bylo patrné porušení předpokladu použití parametrické ANOVY. Proto byla místo parametrické ANOVY použita její neparametrická obdoba, založená na principu Kruskal-Wallisův tesu. Úroveň výživy byla hodnocena dle Bergmanna 1988.

Tab. 3: Foliární koncentrace živin dle Bergmanna 1989

dřevina		%					(mg . kg <sup>-1</sup> )	
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	
smrk	optimum	1,3 – 1,7	0,13 – 0,25	0,5 – 1,2	0,3 – 0,8	0,08 – 0,3	50 – 500	
	karenční	1	0,1	0,2	0,05	0,06	30	
buk	optimum	1,9 – 2,5	0,15 – 0,30	1,0 – 1,5	0,3 – 1,5	0,15 – 0,30	30 – 100	
	karenční	1,1	0,1	0,4	0,05	0,08 (0,1)	10	
borovice		1,4 – 1,7	0,14 – 0,30	0,4 – 0,8	0,25 – 0,6	0,10 – 0,20	50 – 500	
modřín		1,6 – 2,3	0,15 – 0,30	0,5 – 1,1	0,6 – 0,9	0,12 – 0,30	35 – 200	
jedle		1,3 – 1,8	0,13 – 0,35	0,5 – 1,1	0,4 – 1,2	0,15 – 0,40	50 – 500	
douglaska		1,1 – 1,7	0,12 – 0,30	0,6 – 1,1	0,2 – 0,6	0,10 – 0,25	50 – 500	
tis		1,6 – 2,5	0,14 – 0,25	0,9 – 2,0	0,25 – 1,0	0,10 , 0,25	40 – 500	
dub		2,0 – 3,0	0,15 – 0,30	1,0 – 1,5	0,30 – 1,5	0,15 – 0,30	35 – 100	
javor		1,7 – 2,2	0,15 – 0,25	1,0 – 1,5	0,3 – 1,5	0,15 – 0,30	30 – 100	
bříza		2,5 – 4,0	0,15 – 0,30	1,0 – 1,5	0,3 – 1,5	0,15 – 0,3	30 – 100	
jasan		1,7 – 2,2	0,15 – 0,30	1,1 – 1,5	0,3 – 1,5	0,2 – 0,4	30 – 100	
lípa		2,3 – 2,8	0,15 – 0,30	1,0 – 1,5	0,2 – 1,2	0,15 – 0,30	35 – 100	
topol		1,8 – 2,5	0,18 – 0,30	1,2 – 1,8	0,3 – 1,5	0,2 – 0,3	35 – 100	

#### 4.4.4 Metodika měření výškového přírůstu

Měření terminálního výhonu na výzkumných plochách, se provádělo každoročně a to na začátku a konci vegetačního období, kdy byly vrcholkové prýty již zcela vyzrálé. Na všech výzkumných plochách bylo měření prováděno u věch jedinců a na každé variantě hnojení. V rámci každé varianty hnojení byli všichni jedinci změřeni a označeni štítky s identifikačním číslem. Měření zpravidla probíhalo vždy současně s hodnocením zdravotního stavu.

#### 4.4.5 Metodika statistického vyhodnocení výškového

Statistické vyhodnocení laboratorních analýz naměřených dat se provádělo pomocí softwaru STATISTICA. Normalita a homogenita dat byla zkoumána pomocí Shapiro-Wilksova testu. Z výsledků Shapiro-Wilksova testu a Bartlettova testu bylo patrné porušení předpokladu použití parametrické ANOVY. Proto byla místo parametrické ANOVY použita její neparametrická obdoba, založená na principu Kruskal-Wallisův tesu.

#### 4.4.6 Metodika stanovení zdravotního stavu

Zdravotní stav byl zjišťován na všech výzkumných plochách u všech jedinců. Hodnocení zdravotního stavu probíhalo současně s měřením přírůstu. Vlastní vyhodnocení zdravotního stavu jednotlivých rostlin na ploše se provádělo okulárně. Označení jedinci byli na základě přírůstu, barvy asimilačního aparátu, celkového habitu a dalších kvalitativních znaků zařazení do pěti klasifikačních tříd. Již odumřelí jedinci byli taktéž zaznamenáni.

Tab. 4: Stupnice hodnocení zdravotního stavu

Hodnocení	Morfologická kvalita nadzemní části a vitalita jedince
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

#### 4.4.7 Metodika vyhodnocení zdravotního stavu

Statistické vyhodnocení zdravotního stavu se provádělo pomocí softwaru STATISTICA. Normalita a homogenita dat byla zkoumána pomocí Shapiro-Wilksova testu. Z výsledků Shapiro-Wilksova testu a Bartlettova testu bylo patrné porušení předpokladu použití parametrické ANOVY. Proto byla místo parametrické ANOVY použita její neparametrická obdoba, založená na principu Kruskal-Wallisův tesu.



## 5 Charakter vybraného území

Národní přírodní rezervace „Králický Sněžník“ je lesní komplex nacházející se na území Olomouckého a Pardubického kraje, v bývalých okresech Ústí nad Orlicí a Šumperk. Nadmořská výška se na tomto území pohybuje od 850 – do 1423 m n. m. Národní přírodní rezervace má výměru cca 1695 ha, vlastníkem je Česká republika. Správcem tohoto majetku jsou Lesy České republiky, s. p. Hradec Králové, lesní správa Hanušovice. Zájmové území spadá do přírodní lesní oblasti 27- Hrubý Jeseník.

### 5.1 Geomorfologie

Celek Kralický Sněžník spadá do Krkonošsko-Jesenické soustavy a Jesenické podsoustavy. Pohoří má rozlohu 86 000 hektarů a nejvyšším vrcholem je hora Kralický Sněžník s nadmořskou výškou 1421m, nejnižše položené místo je niva řeky Moravy s nadmořskou výškou 500m. Pohoří má střední sklon 15°. Kralický Sněžník je třetím nejvyšším pohořím České republiky.

Masivní trup pohoří vystupuje kompaktně nad okolní vrchoviny, pouze z jihozápadní strany proniká pohořím hluboký erozní zářez tvořený horním tokem řeky Moravy. Z hlavního vrcholu vybíhají tři rozsochy z jihozápadu Klepí, z jihu krátký Koňský hřbet a dále východní hřbet, který probíhá až ke Kladskému sedlu. Část pohoří je tvořena krystalickými vápenci, které podměnily tvorbu krasových útvarů např. jeskyně „Tvarožné díry“ a geologických varhan u Horní Moravy. Na bezejmenném pravém přítoku Moravy vznikl vodopád 18m vysoký, vodopády jsou vytvořeny i na Malé Moravě a na Prudkém potoce (Bíba et Demek 2012).

### 5.2 Hygrologie

Pohoří Kralický Sněžník vytváří významný hydrografický uzel, jelikož se zde stýkají tři úmoří a to Černého, Severního a Baltského moře. Do Černého moře odtéká řeka Morava, pramenící pod vrcholem Králického Sněžníku. Do Severního moře odtéká Lipkovský potok se svými přítoky a do Baltského moře odtékají vody Kladské Nisy. Oblastí Kralického Sněžníku prochází také tři hlavní evropská rozvodí.

## 5.3 Klima

Území Kralického Sněžníku spadá do chladné klimatické oblasti CH7 (dle Quitt 1971). Průměrná roční teplota se zde pohybuje v rozmezí 1-6 °C. Nejchladnějším měsícem je leden a nejteplejším měsícem bývá červenec. Průměrný počet mrazových dní se zde pohybuje v rozmezí 150-190 dnů a průměrný počet letních dní je 50-80. Roční úhrn srážek se pohybuje v rozmezí 800-1200 mm/rok. Průměrný počet dnů se sněžením je 90-100 dní a sněhová pokrývka zde leží asi 100 dnů. Průměrná rychlost větru je na hřebenech 8 m/s v nižších polohách zájmového území je rychlost větru asi 4-6 m/s.

## 5.4 Charakter přírodní lesní oblasti

Přírodní lesní oblast Hrubý Jeseník (dále v textu PLO) má výrazně horský ráz, vyskytují se zde úzká hluboká údolí a široká sedla. Celková lesnatost PLO 27 je 77%. Spodní okraje oblasti zaujímají jedlové bučiny (27%). Hlavním lesním vegetačním stupněm je smrko-bukový (37%), směrem nahoru se připojuje buko-smrkový (22%) a smrkový (14%), kde horní hranici lesa tvoří jeřábová smrčina. Na vrcholech hřebenů jsou druhotné hole, které byly místy zalesněny kosodřevinou. Z přírodních činitelů zde působí škody na lesních porostech především vítr, sníh, jinovatka a ledovka. Škody větrem jsou umocňovány existencí vysoce přirůstaných smrkových monokultur nevhodné proveniencie a nevhodnou těžbou porostů. Ve smrkovém lesním vegetačním stupni byl původní odolný ekotyp smrku nahrazen ekotypy nepůvodními, které značně trpí sněhem a námrazou. V celé oblasti jsou v současné době vysoké stavy jelení zvěře, která působí škody především na nezajištěných kulturách (Průša 2001).

Tab. 5: Zastoupení procentuální dřevin PLO 27

	SM	JD	MD	KOS	Jehl.	BK	JV	BR	OL	JR	JS	List.
Přirozená skladba	39,1	23,7		0,6	63,5	33,6	1,0	0,1	0,5	0,8	0,4	36,5
Cílová skladba	73,7	4,6	1,3	1,7	81,4	16,3	1,1	0,1	0,5	0,4	0,2	18,6
Současná skladba	80,2	0,9		0,3	82,0	13,2	1,2	1,4	1,2		0,3	18,0

## 5.5 Lesní vegetační stupeň smrkový (LVS 8)

Osmý lesní vegetační stupeň se vyskytuje na lokalitách s průměrnou roční teplotou 2,5-4 °C, průměrným úhrnem srážek 1200-1500 mm a délkou vegetačního období 60-100 dní. Těmto klimatickým charakteristikám odpovídají na našem území nadmořské výšky okolo 1050-1350 m n. m.

V osmém lesním vegetačním stupni zcela dominuje smrk ztepilý (*Picea abies*), kdežto buk lesní (*Fagus sylvatica*) a jedle bělokorá (*Abies alba*) zde chybí, nebo jsou zakrslé. Javor klen (*Acer pseudoplatanus*) dosahuje středních velikostí a nachází se pouze na živných půdách. Proředěná horní hranice lesa přechází postupně do skupin s borovicí klečí (*Pinus mugo*). Bylinné patro je výrazně ovlivněno klimatickými a trofickými podmínkami konkrétního stanoviště (Průša 2001).

## 6 Výsledky

### 6.1 Popis výzkumných ploch

#### 6.1.1 Popis stanovištních podmínek výzkumné plochy 1

**Lokalizace:** 50°10'30.4"N 16°50'53.6"E

**Umístění:** LHC Hanušovice, porost 804 A17a

**Nadmořská výška:** 1180 m n.m

**Expozice:** Z, velmi prudký svah o sklonu až 20°

**Pásmo ohrožení imisemi:** B

**Lesní typ:** 8K2 – kyselá smrčina borůvková

**Charakter výzkumné plochy:**

Holina vznikla při větrné kalamitě. Díky extrémnímu sklonu a západní expozici s mírnou orientací k severu není holina vystavena celodennímu působení slunečního svitu, avšak zde výrazně působí nárazový vítr. Půda je ovlivněna erozní činností povrchové a podpovrchové vody. V depresích terénu a u vývrátů je naplavena silná vrstva humusu (až 15 cm), mimo ně je humusová vrstva velmi slabá, místy zcela chybí.

**Popis bytného patra:** pokryvnost 100%, brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) 50%, metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) 40%, sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*) 10%

**Popis dřevinného patra:** vyskytuje se zde suchá kulisa starého smrkového porostu s četným výskytem vývraty pařezů, místy dochází k zmlazování smrku. U okrajů porostů je stěna vzrůstající mlaziny, která postupuje proti svahu k suché kulise.



Obr. 1: Celkový pohled na PL 1

## **Popis půdního prostředí:**

Půdní typ: **Podzol modální humózní, mírně zrašelinělý, slabě oglejený**

### **horizont O**

0 – 2 cm velmi kyprý, suchý, šedý opad trav a z části i bylin

### **horizont L**

2 – 7 cm fermentovaná frakce výše uvedeného opadu s vyšším podílem mechorostů, vlhká až mokrá drť, ve spodní části horizontu silně prokořeněná trávobylinným patrem.

### **horizont F**

7 – 11 cm černá, bezstrukturní, mokrá měl se zřetelným (1–2 cm) barevným vlnitým přechodem dospodu, místy až s ostrým (1 cm).

### **horizont H**

11 – 13 cm tmavě šedá, kyprá, vlhká až mokrá zemina, s příměsí humusových látek, které zkreslují hlinitopísčitou texturu, struktura drobnivá, převážně středně drobtovitá (2 – 3 mm), horizont středně prokořeněný, skelet pouze ve formě hrubého písku a drobného štěrku (5-15 mm) cca 10 – 15 %, horizont s ostrým (1 cm) barevným přechodem dospodu nepravidelné hloubky, místy i chybí, středně prokořeněná.

### **horizont Ae**

13 – 21 cm šedá, písčitá ještě kyprá, drobnivá, převážně středně zrnitá (2 – 3 mm) zemina, vlhká až mokrá, skelet cca 25 – 30 % převážně ve formě drobného a středního štěrku (10 – 35 mm), ojediněle s výskytem hrubého štěrku (50 mm), ojediněle prokořeněný horizont s ostrým (1 cm) vlnitým, místy až kapsovitým, ale pouze ojediněle, barevným přechodem dospodu.

### **horizont Ep**

21 – 27 cm černá, kyprá, hlinitopísčitá, drobnivá, jemně (1 – 2 mm) drobtovitá až zrnitá zemina s vysokým podílem tmelících humusových látek, mokrá, do 25 cm středně prokořeněná s nárůstu skeletu v nepravidelných frakcích na cca 50 % převážně hrubý štěrk (30 – 50 mm), s výskytem ojedinělých kamenů (100 mm), horizont velmi nepravidelné hloubky se zřetelným (2 cm) barevným kapsovitým přechodem do spodu horizontu.

### **horizont Bh**

27 – 32 cm tmavohnědá až černohnědá, hlinitopísčítá, mírně ulehlá, drobivá, pomístně jemně zrnitá (1 – 2 mm) zemina, mokrá, skelet cca 65 – 80 % s vyšším výskytem kamenů (100 – 130 mm) a středně hrubého štěrku (30 – 50 mm), ojediněle starý kořen, horizont s mírným (2 – 5 cm) barevným přechodem do spodu, ojediněle prokořeněný.

### **horizont Bhs**

32 – 60 cm okrově rezivá, písčítá, rozpadavá zemina s elementární strukturou, mokrá, neprokořeněná, s vysokým podílem skeletu (80 – 85 %) ve formě kamenů až balvanů (180 – 300 mm) ve spodní části skelet narůst a od 55 cm převažují výrazně balvany až 400 mm, s vytvářením mikropseudokrasových útvarů, výrazná vnitropůdní eroze až pod 55 cm, horizont s difusním barevným přechodem do spodu.

## 6.1.2 Popis stanovištních podmínek výzkumné plochy 2

**Lokalizace:** N 50°10'50.1", E 16°51'51.4"

**Umístění:** LHC Hanušovice, porost 810 A17a

**Nadmořská výška:** 1240 m n.m

**Expozice:** V, sklon do 10°

**Pásmo ohrožení imisemi:** B

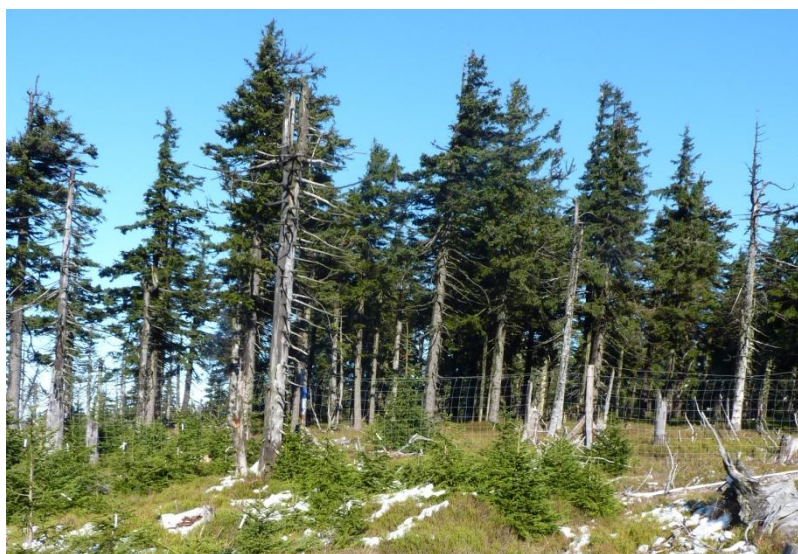
**Lesní typ:** 8K3 – kyselá smrčina třtinová s borůvkou

**Charakter výzkumné plochy:**

Holina vznikla fyziologickým odumíráním jedinců v důsledku stáří porostu, holina je spíše maloplošná s kotlíkovou obnovou, je chráněná po celém svém obvodu mateřským porostem. Holina není vystavena nepříznivému působení abiotických faktorů, je chráněna jak před intenzivním osluněním i před prudkými větry. Na holině nejsou vývraty a pomístně zde dochází k přirozenému zmlazení smrku.

**Popis bytného patra:** pokryvnost 100%, třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*) 60%, brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) 25%, metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*).

**Popis dřevinného patra:** na stanovišti se vyskytuje porost smrku ztepilého (*Picea abies*) s rozvolněným zápojem, na šetřeném stanovišti je vytvořený kotlík o výměře cca 0,06 ha s jednotlivou příměsí jeřábu ptačího. Na šetřeném stanovišti se vyskytují zbytkově souše, nárost ojediněle.



Obr. 2: Celkový pohled na PL 2

## **Popis půdního prostředí:**

Půdní typ: **Podzol modální, zrašeliněly**

### **Horizont O**

0 – 2 cm velmi kyprý, suchý, šedý opad trav a z části i bylin

### **horizont L**

2 – 4 cm kyprá, středně fermentovaná drť z výše uvedeného materiálu, ve spodní části horizontu nepatrně prorůstající drnem

### **horizont F**

4 – 14 cm černá, bezstrukturní ještě kyprá měl s pomístným výskytem cca 1 cm silného mydátu. pravidelně silně prokořeněná cca do 11 – 13 cm, pomístně se vytváří i horizont Ae v mocnosti do 1 cm v této vrstvě (13 – 15 cm) je prokořeněný víceméně střední horizont s příměsí ze svahového posunu

### **horizont H**

14 – 24 cm šedá, s bílými skvrnkami vyvětrá-vajících živců a křemene, písčité až hlinitopísčité, velmi mírně ulehlá, drobná, převážně jemně zrnitá (kostičkovitá), skelet cca 30 % převážně ve formě středního až hrubého šterku (30 - 50 mm) s příměsí drobných kamenů do 70 mm. Vlhká zemina (10 – 12 %) velmi mírně prokořeněná s ostrým vlnitým (2 cm) barevným přechodem dospodu, horizont místy nepravidelné mocnosti plus minus 2 cm

### **horizont Ae/Ep**

24 – 41 cm hnědočerná, s hloubkou černohnědá, mírně ulehlá, písčitolinitá, s nepatrnou příměsí hrubého písku, drobná, převážně středně drobtovitá (2 – 4 mm), skelet cca 50 – 60 % se zastoupením převážně šterku, a to středního až hrubého (20 – 50 mm), ojediněle prokořeněná, vlhká až mokrá (30 %) zemina s velmi nepravidelným barevným přechodem dospodu, horizont velmi nepravidelné hloubky

### **horizont Bhs**

41 – 70 cm rezivá až okrově rezivá, hlinitopísčité, středně ulehlá, drobná, převážně jemně až středně drobtovitá (1 – 3 mm), skelet 65 – 70 % s hloubkou narůstá na 80 %, s příměsí převážně kamenů (100 – 130 mm) se zastoupením i hrubého a z části středního šterku, ojediněle prokořeněná do 59 cm, dále neprokořeněná, mokrá zemina s mírným (5 – 6 cm) až difusním barevným přechodem dospodu přes přechodový



horizont B/C, víceméně zvlněným v hloubce cca 44 – 47 cm je způsobené sesuvem a překrytím humusového případně i organického horizontu

#### **horizont Bs**

70 – 94 cm rulová, mokrá, převážně písčítá, bezstrukturní, slehlá zvětralina s 90 – 95 % skeletu, převážně hrubý štěrk 30 – 36 % a drobné kameny (50 – 90 mm), neprokořeněná, ve spodní části horizontu vysrážená vrstva Fe.

.

### 6.1.3 Popis stanovištních podmínek výzkumné plochy 4

**Lokalizace:** N 50°10'50.1", E 16°51'51.4"

**Umístění:** LHC Hanušovice, 804 C17b

**Nadmořská výška:** 1 280 m n.m

**Expozice:** J, sklon do 4-6°

**Pásmo ohrožení imisemi:** B

**Lesní typ:** 8Z1 – zakrslá jeřábová smrčina borůvková

#### **Charakter výzkumné plochy:**

Z pohledu přírodních podmínek se jedná o poměrně extrémní stanoviště, plocha holiny není kryta ze stran porostem a holina se nachází na hřebeni s jižní expozicí, a proto je po celý den vystavena slunečnímu záření, dále je zcela nechráněna proti působení bořivých větrů. Na ploše se nachází těžební zbytky (soustředěné do pásů), tlející dřevo a značné množství vývrátů. Výjimečně lze nalézt zmlazení smrku, a to většinou jednotlivě, v blízkosti tlejících pařezů. Neustále se rozšiřující holina vznikla kombinací větrné a imisní kalamity, čemuž nasvědčuje přítomnost vývrátů, zlomů, a suchých výstavků. Druhotně zde působil i lýkožrout smrkový (*Ips typographus*).

**Popis bytného patra:** pokryvnost 100%, brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) 85%, sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*) 15%

**Popis dřevinného patra:** vyskytuje se zde suchá kulisa starého smrkového porostu navíc v minulosti narušena větrnou kalamitou s četnými vývraty, ojediněle dochází k zmlazování smrku.



Obr. 4: Celkový pohled na PL 2

### **Popis půdního prostředí:**

Půdní typ: **Podzol modální, psefitický na dvojslídne rule**

#### **horizont O**

0 – 2 cm velmi kyprý, mírně vlhký opad převážně bylin

#### **horizont L**

2 – 4 cm hnědá, velmi kyprá drť výše uvedených komponentů s ostrým barevným a strukturním přechodem dospodu

#### **horizont F**

4 – 10(11) cm černá, vlhká, bezstrukturní, silně prokořeněná měl, která je distribuována převážně ve spodní části horizontu, horizont se zřetelným, místy ostrým barevným přechodem dospodu

#### **horizont H**

10 – 12 cm tmavě šedá, hlinitopísčítá, mírně prokořeněná, místy středně prokořeněná, ještě kyprá, drobivá, středně (2 – 3 mm) drobtovitá (zrnitá) zemina, středně vlhká, skelet ojediněle a nepravidelně do 5 – 8 %, příměs pravého humusu i ve formě kamenů (70 – 90 mm), horizont nepravidelné hloubky, spíše místy chybí, s ostrým vlnitým barevným přechodem dospodu

#### **horizont Ae**

12 – 20 cm šedý až světle šedý, ještě kyprý horizont s písčitou texturou, zemina drobivá, převážně jemně zrnitá (1 – 2 mm) velmi mírně, spíše ojediněle prokořeněná, vlhká, s nepravidelnou příměsí skeletu 20 – 40 % převážně ve formě hrubého štěrku (30 – 50 mm) a kamenů (50 – 80 mm) s hloubkou výrazně narůstající horizont s ostrým (1 cm) barevným přechodem dospodu, spíše vlnitým než kapsovitým

#### **horizont Ep**

20 – 32 cm výrazný, černý, vysoce skeletnatý horizont, zemina hlinitá, mírně ulehlá, drobivá, s tmelící humusovou jednotkou vytváří až středně drobtovitou strukturu (3 – 5 mm) vlhká, ve spodní části horizontu až mokrá zemina, velmi silně skeletnatá – cca 80 – 85 % převážně ve formě kamenů (80 – 160 mm), ojediněle balvany (270 – 310 mm), umožňuje posun humusových látek a jejich vysrážení dospodu, je středně prokořeněná cca až do 30 cm, horizont s difusním barevným přechodem dospodu.

### **horizont Bh**

32 – 58 cm černohnědá, ve spodní části horizontu až tmavě červenohnědá, mírně ulehlá, drobivá, středně až hrubě drobtovitá až hrudkovitá, písčitohlinitá (hlinitá) zemina, vlhká až mokrá, velmi silně skeletnatá až 90 % s hloubkou narůstá a zvyšuje se podíl balvanů (270 – 350 mm), difuzní barevný přechod, místy výrazně kapsovitý

### **horizont Bhs**

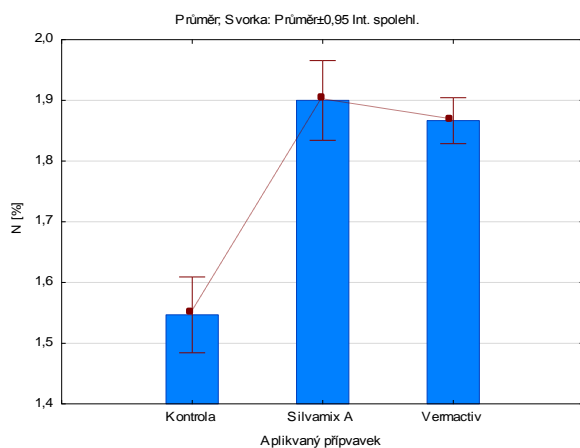
Horizont Bhs sekundárně pokračuje do horizontu Bs a C1 s velmi vysokou skeletnatostí 80 až 95 %, s hloubkou narůstá, není to však substrátová zvětralina, ale glaciálně rozpothybovaná psefitická příměs. Půdotvorný proces probíhá ve zvětralině hřebenového plato.

..

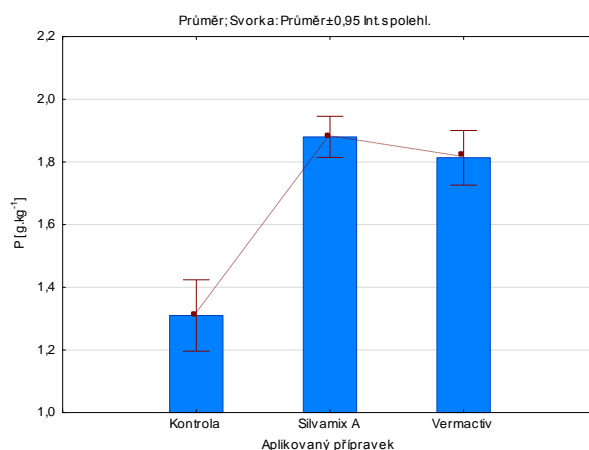
## 6.2 Posouzení vlivu aplikovaných přípravků

### 6.2.1 Výzkumná plocha 1

#### Vliv hnojiv na výživu smrkových jehlic



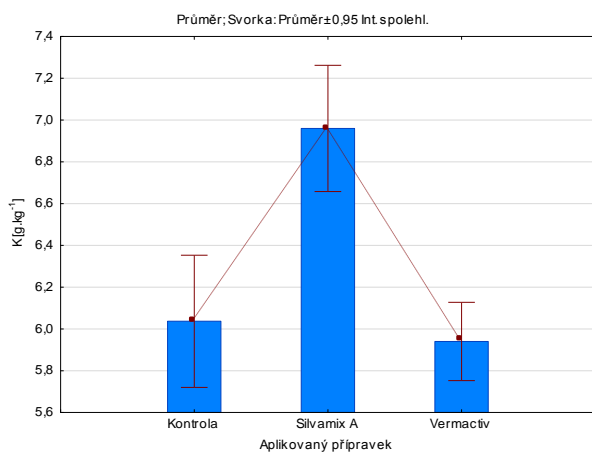
Obr. 4: Procentuální zastoupení dusíku v asimilačním aparátu smrku ztepilého



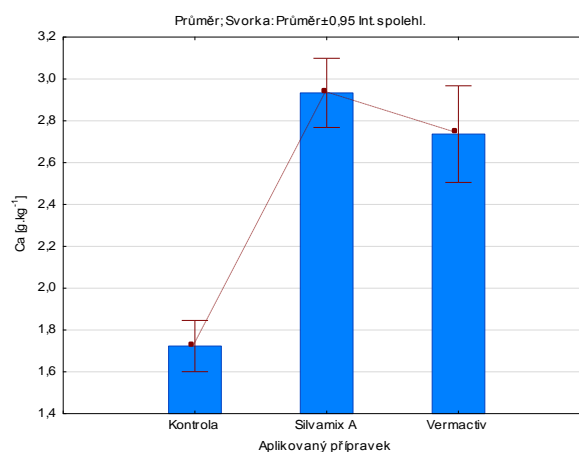
Obr. 5: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci fosforu

Výživa dusíkem je na výzkumné ploše 1 (dále v textu PL 1) vysoké úrovni. U kontrolní varianty byla detekována foliární koncentrace dusíku 1,55%, což je (dle Bergmanna 1989) naprosto optimální koncentrace. Na plochách ošetřených přípravkem Vermaktiv Stimul a Silvamix byly zjištěny téměř identické foliární koncentrace pohybující se okolo hodnoty 1,87%. Ze statistického vyhodnocení vyplývá, že u rostlin ošetřených přípravky Vermaktiv Stimul a Silvamix A došlo k statisticky významnému zvýšení obsahu dusíku v asimilačním aparátu a byl zde prokázán vliv aplikovaných přípravků na výživu dusíkem (viz Obr. 4).

Foliární koncentrace fosforu byla optimální u všech zkoumaných variant, přičemž na kontrolní ploše byl zjištěn nejnižší obsah fosforu v asimilačním aparátu a to 1,3 g.kg<sup>-1</sup>. Na plochách ošetřených přípravky Vermaktiv Stimul a Silvamix A byly diagnostikovány téměř identické koncentrace fosforu, blíží se (dle Bergmanna 1989) horní hranici optima 1,9 g.kg<sup>-1</sup> (viz Obr. 5).



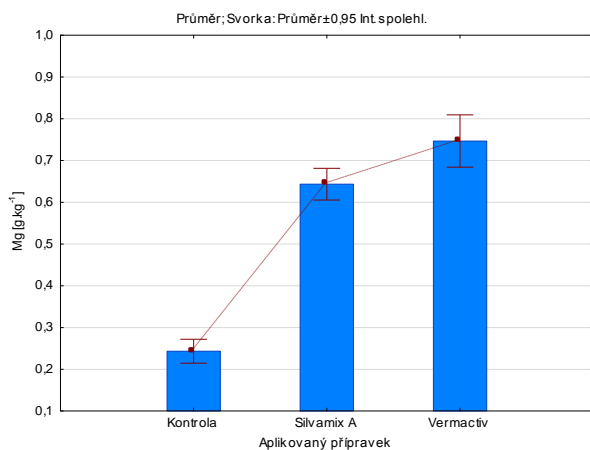
Obr. 6: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci draslíku



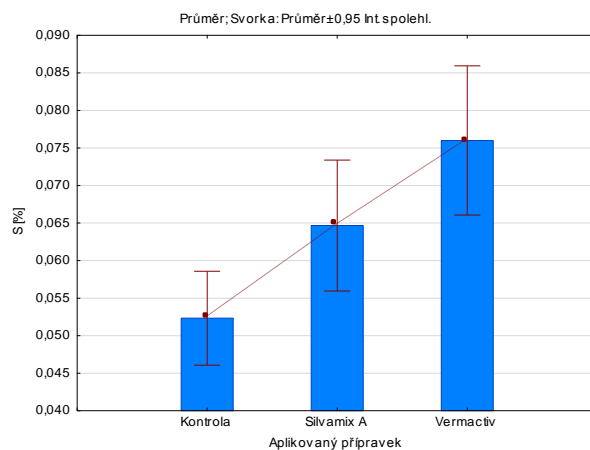
Obr. 7: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci vápníku

U všech zkoumaných variant byla zjištěna optimální koncentrace draslíku. Na kontrolní ploše byla foliární koncentrace  $6,1 \text{ g.kg}^{-1}$ . Obsah draslíku na ploše ošetřené přípravkem Silvamix A byl  $6,9 \text{ g.kg}^{-1}$ . Na základě statistického vyhodnocení foliárních koncentrací draslíku, lze konstatovat, že po aplikaci hnojiva Silvamix A došlo k statisticky významnému navýšení obsahu draslíku, z čehož vyplývá, že aplikace přípravku Silvamix A měla na PL 1 pozitivní vliv na výživu draslíkem. Na ploše ošetřené přípravkem Vermaktiv Stimul byla detekována foliární koncentrace  $5,93 \text{ g.kg}^{-1}$ , z porovnání s kontrolní plochou je patné, že pozitivní účinek přípravku Vermaktiv Stimul na výživu hořčíkem se na PL 1 nepotvrdil (viz Obr. 6).

Na kontrolní ploše byl obsah vápníku v asimilačním aparátu nejnižší a to  $1,7 \text{ g.kg}^{-1}$ . U ploch ošetřených přípravky Vermaktiv Stimul a Silvamix A byly zjištěny obdobné foliární koncentrace pohybující se okolo hodnoty  $2,85 \text{ g.kg}^{-1}$ . Při srovnání kontrolní plochy a ploch ošetřených přípravky Vermaktiv Stimul a Silvamix A, je patrný statistický výrazný rozdíl, a tudíž se na PL 1 potvrdil pozitivní účinek těchto přípravků na výživu vápníkem (viz Obr. 7).



Obr. 8: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci hořčíku

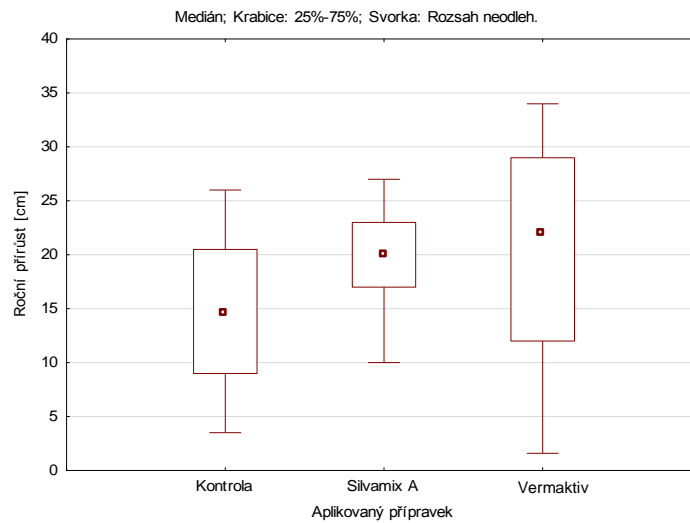


Obr. 9: Procentické zastoupení síry v asimilačním aparátu smrku ztepilého

Výživa hořčíkem se na PL 1 u všech variant jeví jako nedostatečná. Přičemž na kontrolní ploše byla foliární koncentrace hořčíku nejnižší  $0,25 \text{ g.kg}^{-1}$  a to je (dle Bergmanna 1989) hodnota hluboko pod bodem karence. Na ploše ošetřené přípravkem Silvamix A byla detekována foliární koncentrace hořčíku  $0,65 \text{ g.kg}^{-1}$  a u přípravku Vermaktiv Stimul byl zjištěn obsah hořčíku  $0,75 \text{ g.kg}^{-1}$ , což jsou hodnoty blízké se (dle Bergmanna 1989) spodní hranici optima. Na výživu hořčíkem byl prokázán pozitivní vliv přípravku Vermaktiv Stimul a hnojiva Silvamix A, jelikož po aplikaci došlo k statisticky významnému navýšení foliární koncentrace daného prvku (viz Obr. 8).

Na PL 1 byl zjišťován obsah síry v asimilačním aparátu, z důvodu stanovení imisní zátěže. Z listové analýzy vyplynulo, že u všech variant se foliární koncentrace síry pohybuje hluboko pod diagnostickou hranicí imisní zátěže, která je 0,13-0,15% (viz Obr. 9).

## Výškový přírůst

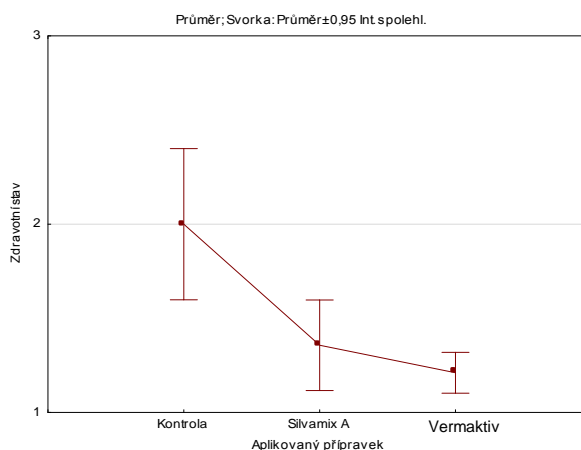


Obr. 10: Vyhodnocení vlivu aplikovaných přípravků na výškový přírůst smrkových kultur, vyhodnoceno k 10. 8. 2014

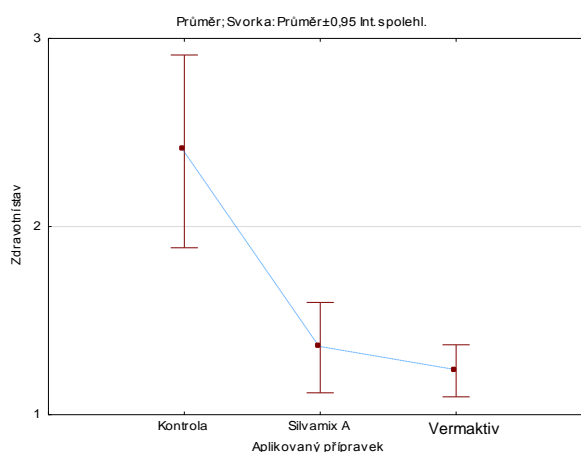
Nejnižších průměrných výškových přírůstků dosáhla v prvním roce po hnojení kontrolní plocha, kde byl průměrný přírůst 15 cm. Pozitivní účinek na přírůst smrkové kultury byl na PL 1 statisticky prokázán u přípravků Vermaktiv Stimul a Silvamix A, přičemž na ploše ošetřené přípravkem Vermaktiv Stimul byl průměrný výškový přírůst 22 cm, ale variabilita jednotlivých přírůstků byla poměrně vysoká. Nejvyšších výškových přírůstků dosáhly rostliny ošetřené přípravkem Silvamix A, u nichž byl průměrný přírůst 20 cm (viz Obr. 10).



## Zdravotní stav kultur



Obr. 11: Stanovení zdravotního stavu smrkových kultur na začátku vegetačního období před aplikací přípravků

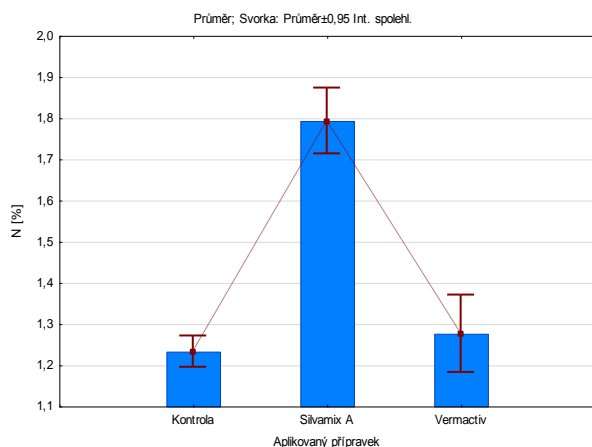


Obr. 12: Stanovení zdravotního stavu smrkových kultur po 1 vegetačním období od aplikace přípravků

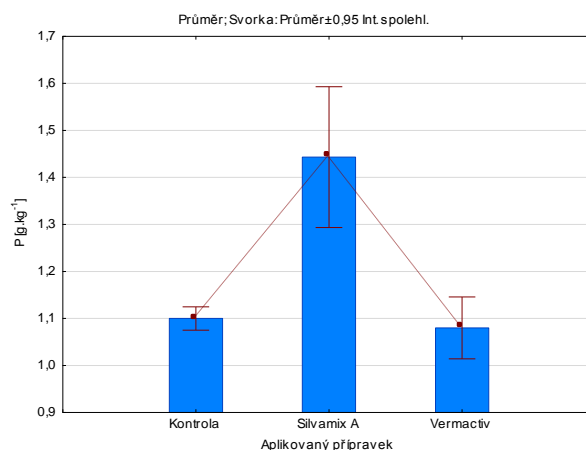
Vyhodnocení zdravotního stavu, poukázalo na zhoršení zdravotního stavu na kontrolní variantě, kde se zdravotní stav během vegetačního období průměrně zhoršil o polovinu zdravotního stupně a dosáhl hodnoty 2,5. U přípravků Vermaktiv Stimul a Silvamix A došlo k stagnaci vývoje zdravotního stavu. Z porovnání zdravotního stavu jednotlivých variant vyplývá, že na PL 1 došlo k statisticky významnému zhoršení zdravotního stavu na kontrolní ploše, přičemž průměrný zdravotní stav na kontrole byl o 1 zdravotní stupeň horší než na plochách ošetřených přípravky Vermaktiv Stimul a Silvamix A, z čehož vyplývá, že aplikované přípravky měly pozitivní vliv na vývoj zdravotního stavu (viz Obr. 11, Obr. 12).

## 6.2.2 Výzkumná plocha 2

### Vliv hnojiv na výživu smrkových jehlic



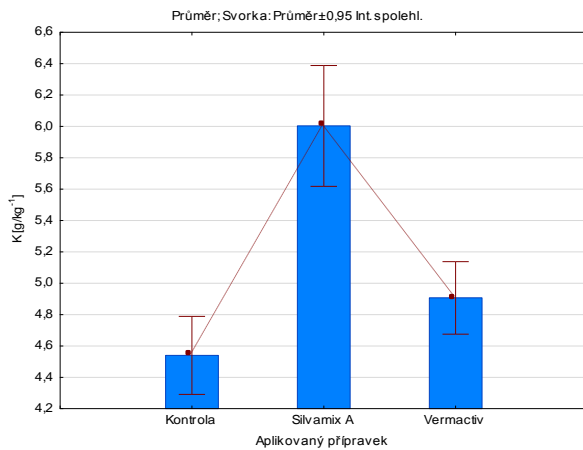
Obr. 13: Procentuální zastoupení dusíku v asimilačním aparátu smrku ztepilého



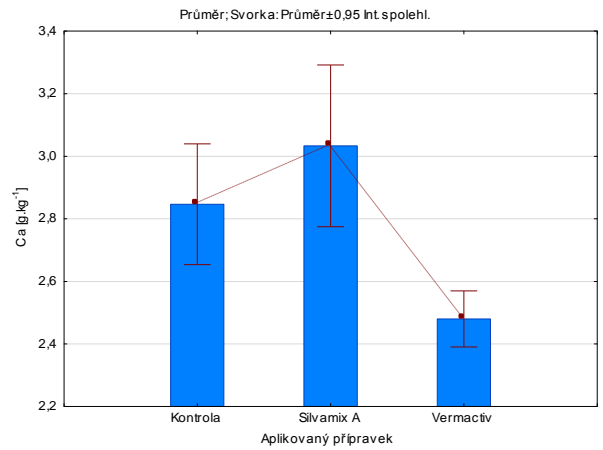
Obr. 14: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci fosforu

Výživa smrku dusíkem se u kontrolní plochy a plochy ošetřené přípravkem Vermaktiv Stimul pohybuje (dle Bergmanna 1989) pod spodní hranicí optima 1,3%, přičemž se na výzkumné ploše 2 (dále v textu PL 2) nepodařilo prokázat pozitivní účinek přípravku Vermaktiv Stimul na výživu smrku dusíkem. Nejvýraznější vliv na výživu dusíkem na PL 2 měl přípravek Silvamix A, kdy došlo k statisticky výraznému navýšení obsahu dusíku na hodnotu 1,8% (viz Obr. 13).

Koncentrace fosforu se na PL 2 u kontrolní plochy a varianty Vermaktiv Stimul nachází (dle Bergmanna 1989) těsně nad bodem karence  $1 \text{ g.kg}^{-1}$ . Nejvyšší foliární koncentrace fosforu byla zjištěna u rostlin na které, byl aplikován Silvamix A, a to  $1,23 \text{ g.kg}^{-1}$ , tato hodnota se (dle Bergmanna 1989) blíží spodní hranici optima  $1,3 \text{ g.kg}^{-1}$ . Na základě porovnání jednotlivých ploch lze říct, že přípravek Vermaktiv Stimul neměl na výživu fosforem vliv, naopak u přípravku Silvamix A došlo k statisticky výraznému zvýšení foliární koncentrace fosforu (viz Obr. 14).



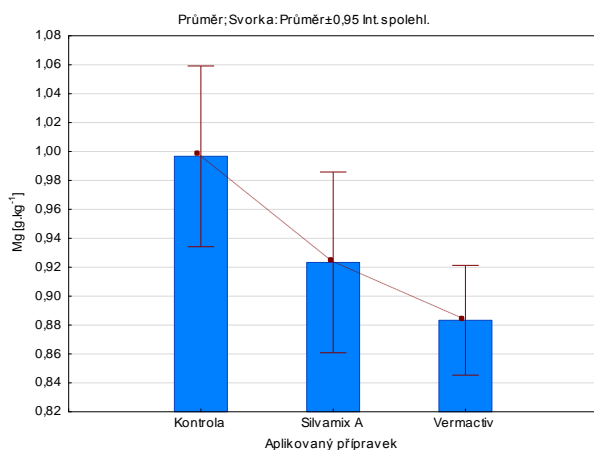
Obr. 15: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci draslíku



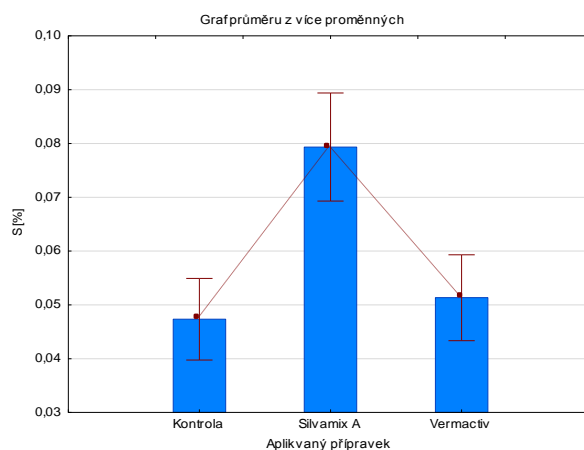
Obr. 16: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci vápníku

Foliární koncentrace draslíku na PL 2 je nejnižší u kontrolní varianty 4,5 g.kg<sup>-1</sup>. Nejvýraznější vliv na výživu draslíkem měl přípravek Silvamix A, kdy došlo ke statisticky výraznému navýšení obsahu draslíku v asimilačním aparátu a to na hodnotu 6 g.kg<sup>-1</sup>. Varianta Vermaktiv Stimul vykazuje vyšší koncentrace než kontrolní varianta a to 4,85 g.kg<sup>-1</sup>. Po aplikaci přípravku Vermaktiv Stimul, ale nedošlo k výraznější optimalizaci výživy draslíkem, z čehož lze usoudit, že přípravek Vermaktiv Stimul ovlivnil výživu draslíkem pouze minimálně (viz Obr. 15).

Koncentrace vápníku se u všech variant nachází pod hranicí optima, přičemž u kontrolní varianty a přípravku Silvamix A byly diagnostikovány obdobné foliární koncentrace vápníku pohybující se okolo hodnoty 3 g.kg<sup>-1</sup>. Z hlediska výživy vápníkem mají nejnižší foliární koncentraci vápníku rostliny ošetřené přípravkem Vermaktiv Stimul, tudíž lze říct, že aplikované přípravky na PL 2 neměly na výživu vápníkem výraznější vliv. (viz Obr. 16)



Obr. 17: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci hořčíku

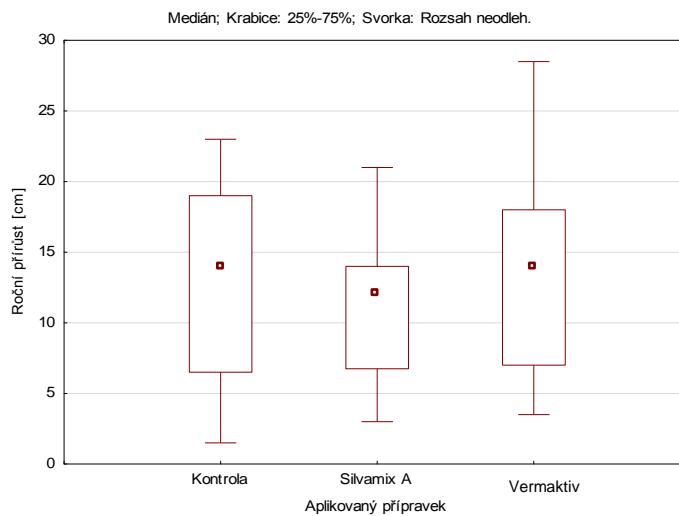


Obr. 18: Procentuální zastoupení síry v asimilačním aparátu smrku ztepilého

Z pohledu výživy hořčíkem je na PL 2 neoptimálnější kontrolní varianta s foliární koncentrací  $0,99 \text{ g.kg}^{-1}$ , což je (dle Bergmanna 1989) hodnota těsně nad hranicí optima  $0,9 \text{ g.kg}^{-1}$ . Na ploše ošetřené přípravkem Silvamix A byl detekován obsah hořčíku  $0,92 \text{ g.kg}^{-1}$  a u varianty Vermaktiv Stimul byla zjištěna foliární koncentrace hořčíku  $0,88 \text{ g.kg}^{-1}$ . Z porovnání s kontrolní plochou je patrné, že aplikace přípravků Vermaktiv Stimul a Silvamix A neměla na PL 2 vliv na výživu hořčíkem. (viz Obr. 17)

Na PL 2 byl zjišťován obsah síry v asimilačním aparátu, z důvodu stanovení imisní zátěže. Z listové analýzy vyplynulo, že u v švech variant se foliální koncentrace síry pohybuje hluboko pod diagnostickou hranicí imisní zátěže, která je  $0,13\text{-}0,15\%$  (viz Obr. 18).

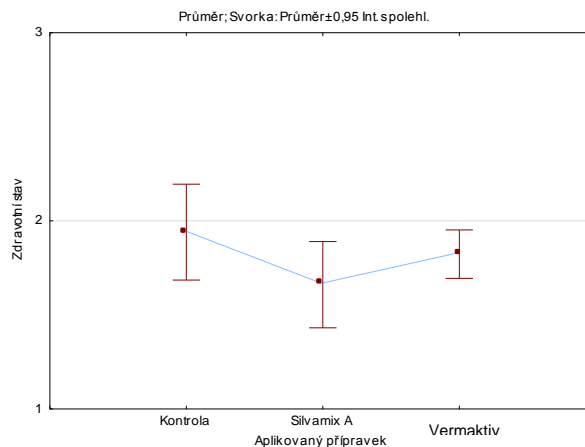
## Výškový přírůst



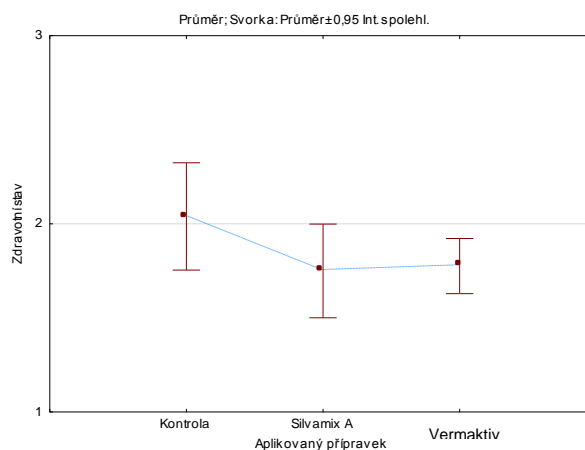
Obr. 19: Vyhodnocení vlivu aplikovaných přípravků na výškový přírůst smrkových kultur, vyhodnoceno k 10. 8. 2014

Na výzkumné PL 2 rozdíly přírůstů jednotlivých variant nejsou příliš výrazné, přičemž téměř identických přírůstů dosáhla kontrolní plocha a plocha ošetřená přípravkem Vermaktiv Stimul a průměrný výškový přírůst byl u těchto variant 14,5 cm. Na PL 2 se nepodařilo prokázat pozitivní účinek na stimulaci výškového přírůstu přípravků Vermaktiv Stimul a Silvamix A, jelikož obě varianta dosáhly velmi obdobných přírůstů jak plocha kontrolní (viz Obr. 19).

## Zdravotní stav kultur



Obr. 20: Stanovení zdravotního stavu smrkových kultur na začátku vegetačního období před aplikací přípravků

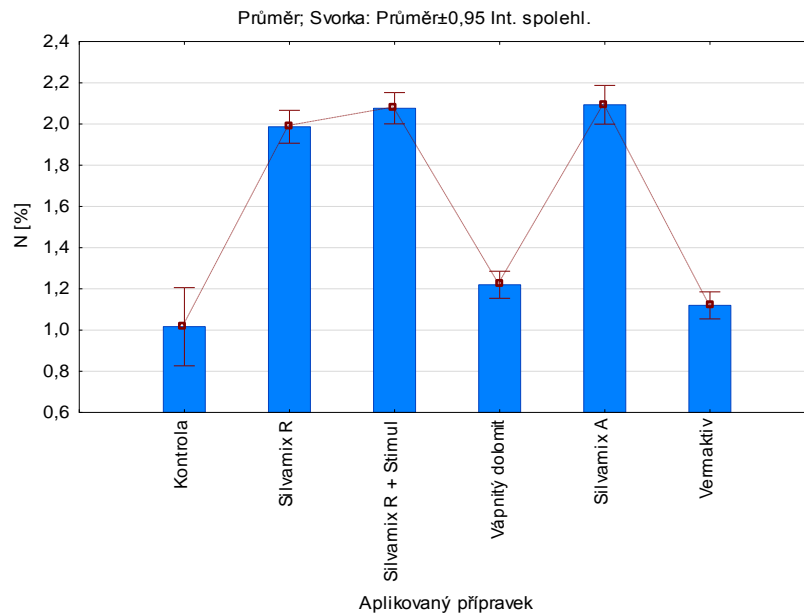


Obr. 21: Stanovení zdravotního stavu smrkových kultur po 1 vegetačním období od aplikace přípravků

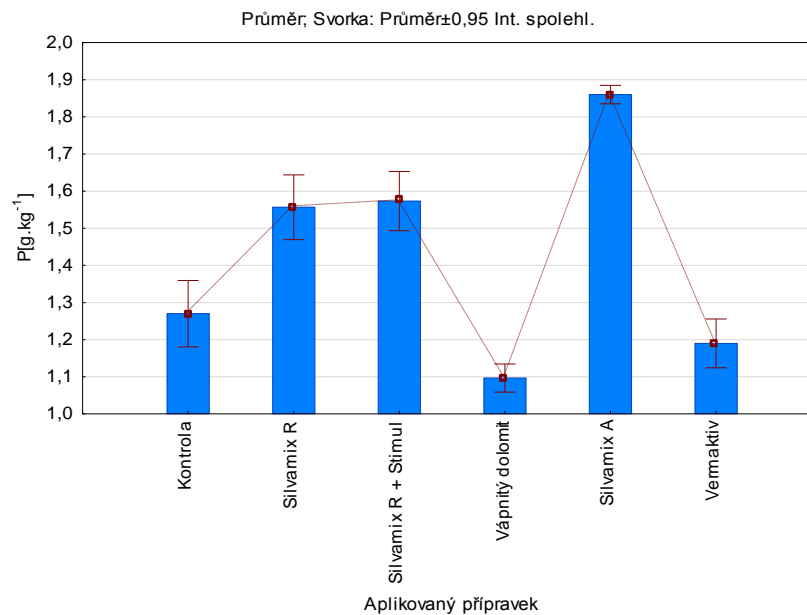
Na PL 2 došlo během vegetačního období k mírnému zhoršení zdravotního stavu kontrolní varianty, kdy průměrný zdravotní stav všech rostlin dosáhl zdravotního stupně dva. K zhoršení zdravotního stavu došlo taktéž u rostlin na, které byl aplikován Silvamix A. U přípravků Vermaktiv Stimul byla diagnostikována stagnace vývoje zdravotního stavu. Z pohledu zdravotního stavu byl u kontrolní plochy a přípravku Silvamix A zaznamenán obdobný negativní vývoj zdravotního stavu, přičemž došlo k zhoršení průměrného zdravotního stavu asi o čtvrtinu zdravotního stupně. Na základě obdobného negativního vývoje na kontrolní ploše a ploše ošetřené přípravkem Vermaktiv Stimul, lze říct, že aplikace přípravku Vermaktiv Stimul neměla vliv na vývoj zdravotního stavu (viz Obr. 20, Obr. 21).

### 6.2.3 Výzkumná plocha 4

#### Vliv hnojiv na výživu smrkových jehlic



Obr. 22: Procentuální zastoupení dusíku v asimilačním aparátu smrku ztepilého

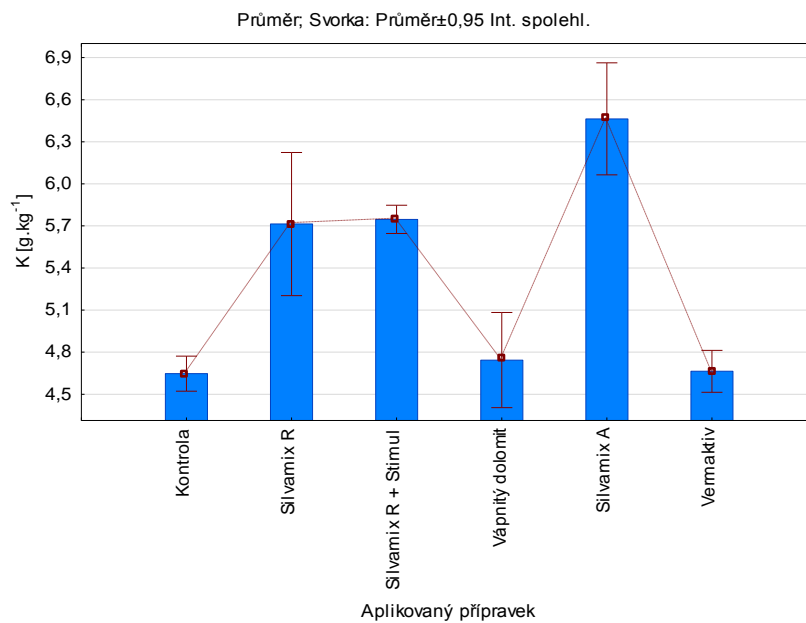


Obr. 23: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci fosforu

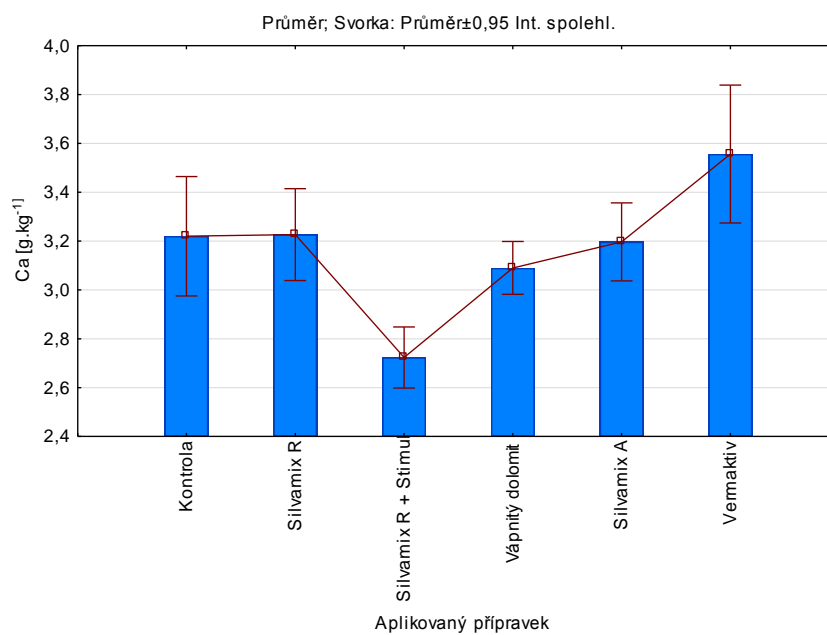
Z pohledu výživy dusíkem na výzkumné ploše 4 (dále v textu PL 4) vykazuje nejnižší koncentrace kontrolní varianta, kde byl obsah dusíku stanoven na 1%, což je (dle Bergmanna 1989) hodnota ležící na hranici karence. Na plochách které, byly ošetřené vápnným dolomitem a Vermaktiv Stimul byly zjištěny obdobné foliární koncentrace dusíku pohybující se okolo hodnoty 1,2%, to je (dle Bergmanna 1989) hodnota ležící těsně pod spodní hranicí optima. V porovnání s kontrolní plochou byla u těchto variant foliární koncentrace dusíku vyšší, ale tento rozdíl je z pohledu statistiky poměrně málo významný a tudíž nelze říct, že by zde Vermaktiv Stimul a vápnný dolomit ovlivnily výživu dusíkem. Nejvyšší zastoupení dusíku v asimilačním aparátu bylo zjištěno u ploch ošetřených Silvamix R, Silvamix R+Stimul a varianty Silvamix A, kde se foliární koncentrace dusíku pohybovala okolo hodnoty 2%. Z porovnání s kontrolní plochou je zvýšení obsahu dusíku dvojnásobné, což je statisticky velmi významný rozdíl. Na PL 4 se tudíž potvrdil pozitivní účinek přípravků Silvamix R, Silvamix R+Stimul, Silvamix A na výživu smrku dusíkem (viz Obr. 22).

Na kontrolní ploše byla diagnostikována foliární koncentrace fosforu  $1,26 \text{ g.kg}^{-1}$  a to je (dle Bergmanna 1989) hodnota ležící těsně pod spodní hranicí optima  $1,3 \text{ g.kg}^{-1}$ . U varianty Vermaktiv Stimul byl zjištěn obsah fosforu  $1,15 \text{ g.kg}^{-1}$ , v porovnání s kontrolní plochou jde o nižší hodnotu, z čehož vyplývá, že se na PL 4 nepotvrdil vliv přípravku Vermaktiv Stimul na výživu fosforem. Nejnižší koncentrace fosforu byla detekována u varianty vápnný dolomit  $1,1 \text{ g.kg}^{-1}$  což je hodnota těsně na hranici karence. Na plochách ošetřených Silvamix R a Silvamix R+Stimul byl zjištěn obdobný obsah fosforu v asimilačním aparátu pohybující se okolo hodnoty  $1,57 \text{ g.kg}^{-1}$ , při srovnání s kontrolní plochou došlo k statisticky výraznému zvýšení foliární koncentrace fosforu, kdy se výživa fosforem na plochách ošetřených těmito přípravky pohybuje v rozmezí optima. Z pohledu výživy fosforem, měla nejvýraznější vliv aplikace přípravku Silvamix A, u rostlin ošetřených tímto přípravkem byla detekována foliární koncentrace  $1,87 \text{ g.kg}^{-1}$ . V porovnání s kontrolní plochou jde o statisticky velmi významný rozdíl a tudíž se na PL 4 potvrdil pozitivní vliv přípravku Silvamix A na výživu fosforem (viz Obr. 23).





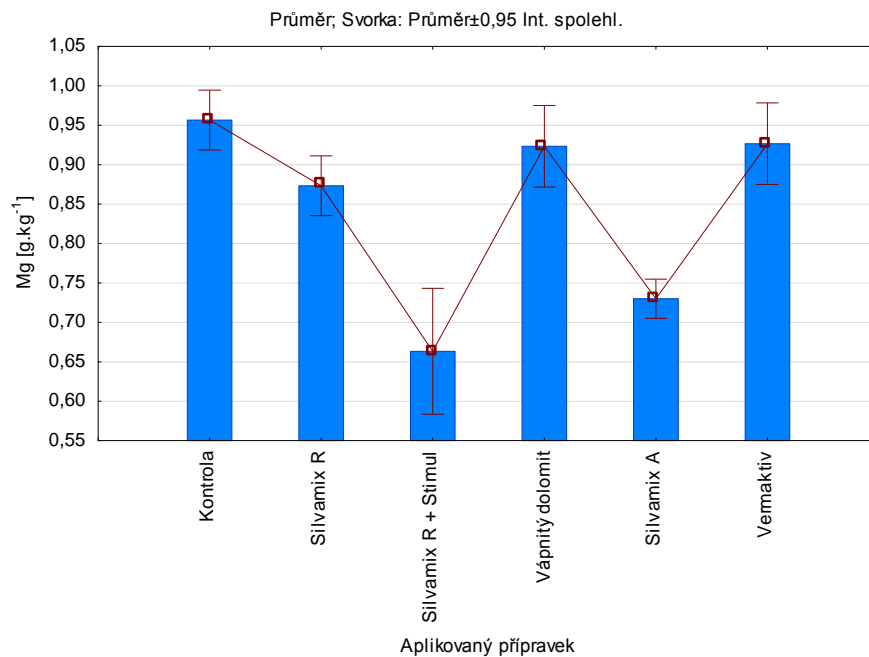
Obr. 24: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci draslíku



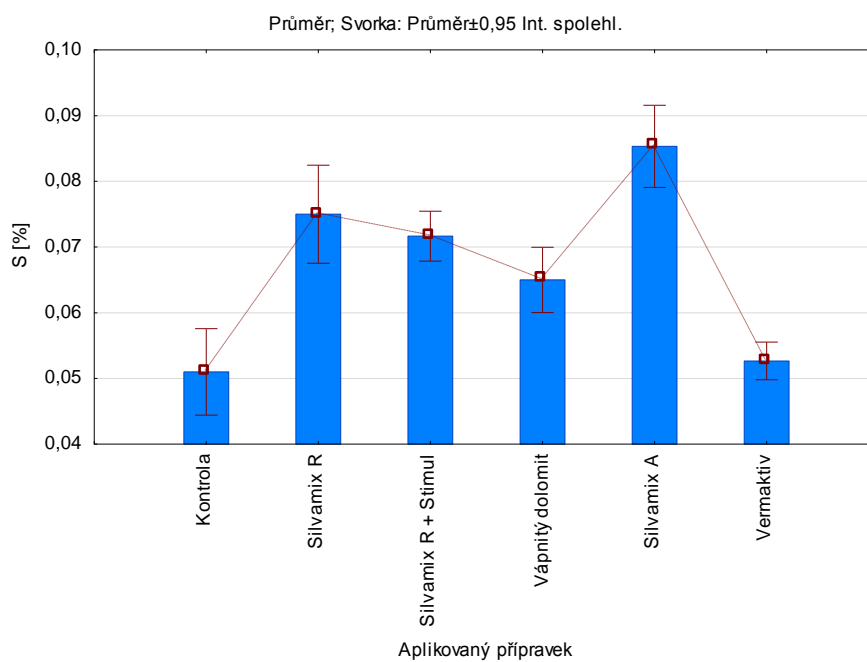
Obr. 25: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci vápníku

Na PL 4 byla u kontrolní varianty zjištěna nejnižší foliární koncentrace draslíku  $4,6 \text{ g.kg}^{-1}$ , téměř identický obsah draslíku byl detekován na ploše ošetřené přípravkem Vermaktiv Stimul  $4,67 \text{ g.kg}^{-1}$  a vápnitým dolomitem  $4,68 \text{ g.kg}^{-1}$ , všechny tyto hodnoty se (dle Bergmanna 1989) nachází pod spodní hranicí optima  $5 \text{ g.kg}^{-1}$ . Z porovnání kontrolní plochy a ploch ošetřených vápnitým dolomitem a Vermaktiv Stimul vyplývá, že tyto přípravky výživu draslíkem na PL 4 žádným způsobem neovlivnily. U variant Silvamix R a Silvamix R+Stimul byla zjištěna téměř identické foliární koncentrace draslíku pohybující se kolem hodnoty  $5,71 \text{ g.kg}^{-1}$ . Při srovnání variant Silvamix R a Silvamix R+Stimul s kontrolní plochou je patrné, že aplikace těchto přípravků měla na výživu draslíkem pozitivní účinek. Na PL 4 byl nejvyšší obsah draslíku detekován na ploše ošetřené přípravkem Silvamix A, kde foliární koncentrace dosáhla hodnoty  $6,6 \text{ g.kg}^{-1}$ , při srovnání s kontrolní variantou činí rozdíl foliárních koncentrací  $2 \text{ g.kg}^{-1}$ , z čehož je patrné, že na PL 4 přípravek Silvamix A účinně ovlivnil výživu draslíkem (viz Obr. 24).

Z pohledu výživy vápníkem byla na kontrolní ploše a plochách ošetřených přípravky Silvamix R, vápnitým dolomitem a Silvamixem A diagnostikována obdobná foliární koncentrace vápníku pohybující se kolem hodnoty  $3,2 \text{ g.kg}^{-1}$ , což je (dle Bergmanna 1989) koncentrace těsně nad spodní hranicí optima  $3 \text{ g.kg}^{-1}$ . Jelikož byl na kontrolní variantě a na variantách Silvamix R, vápnitý dolomit a Silvamix A detekován téměř identický obsah vápníku v asimilačním aparátu, tak se na PL 4 nepotvrdil pozitivní účinek těchto aplikovaných přípravků na výživu vápníkem. Nejnižší foliární koncentrace byla PL 4 zjištěna u varianty Silvamix R+Stimul a to  $2,77 \text{ g.kg}^{-1}$ . Nejvyšší koncentrace vápníku v asimilačním aparátu byla diagnostikována na ploše ošetřené přípravkem Vermaktiv Stimul a to  $3,6 \text{ g.kg}^{-1}$ , v porovnání s kontrolní variantou jde sice o vyšší koncentraci, ale nejedná se o statisticky významný rozdíl a nelze tedy říct, že by aplikace přípravek Vermaktiv Stimul měla zásadní vliv na výživu vápníkem (viz Obr. 25).



Obr. 26: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci hořčíku

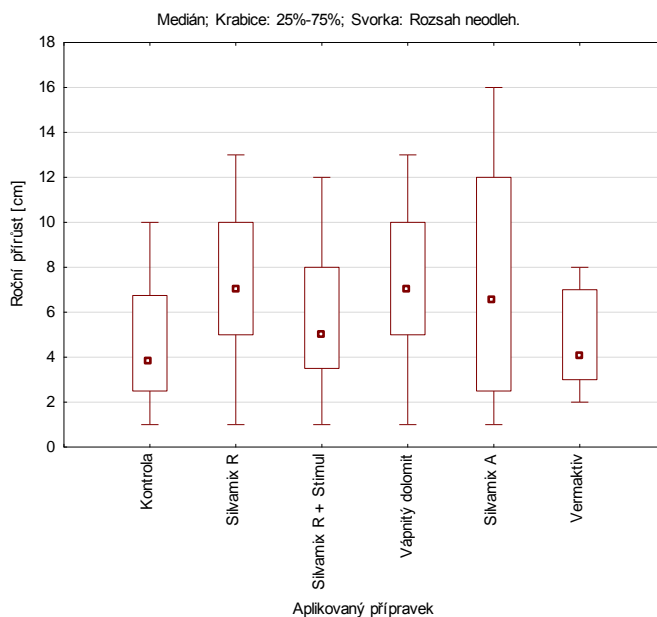


Obr. 27: Procentuální zastoupení síry v asimilačním aparátu smrku ztepilého

Z pohledu výživy hořčíkem je na nejvyšší úrovni kontrolní plocha s foliární koncentrací  $0,96 \text{ g.kg}^{-1}$ , přičemž plochy ošetřené přípravkem Vermaktiv Stimul a vápnitým dolomitem dosáhly foliárních koncentrací okolo  $0,93 \text{ g.kg}^{-1}$ , z čehož vyplývá, že aplikace přípravku Vermaktiv Stimul a dolomitického vápence neměla na výživu hořčíkem na PL 4 žádný vliv. Nižší koncentrace hořčíku v asimilačním aparátu byla detekována na ploše ošetřené přípravkem Silvamix R a to  $0,87 \text{ g.kg}^{-1}$ . U varianty Silvamix A byla diagnostikována foliární koncentrace hořčíku  $0,74 \text{ g.kg}^{-1}$ , což je (dle Bergmanna 1989) hodnota ležící pod spodní hranici optima  $0,8 \text{ g.kg}^{-1}$ . Nejnižší foliární koncentrace hořčíku byla detekována na ploše ošetřené přípravkem Silvamix R+Stimul a to  $0,67 \text{ g.kg}^{-1}$ . Na základě porovnání kontrolní plochy s ostatními variantami se vliv aplikovaných přípravků na výživu hořčíkem na PL 4 neprokázal (viz Obr. 26)

Na PL 4 byl zjišťován obsah síry v asimilačním aparátu, z důvodu stanovení imisní zátěže. Z listové analýzy vyplynulo, že u v švech variant se foliární koncentrace síry pohybuje hluboko pod diagnostickou hranicí imisní zátěže, která je  $0,13\text{-}0,15\%$  (viz Obr. 27).

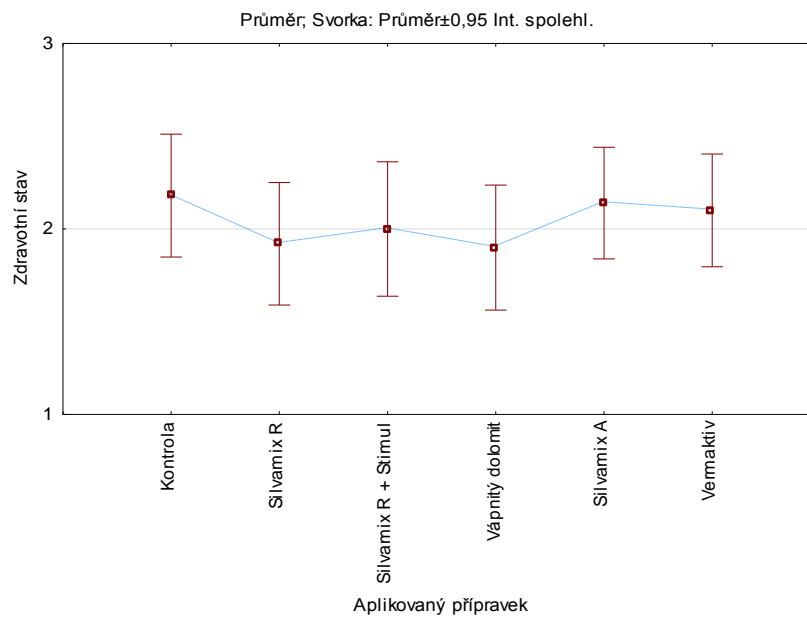
## Výškový přírůst



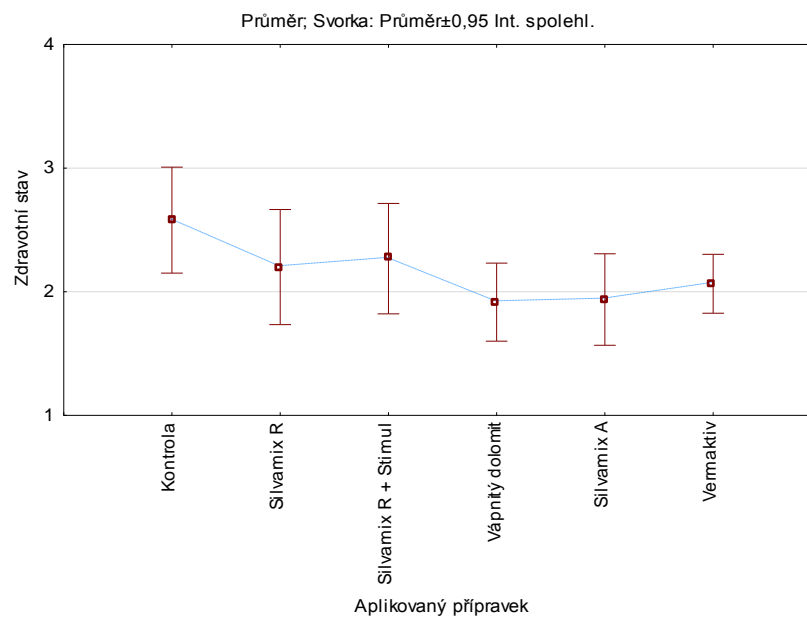
Obr. 28: Vyhodnocení vlivu aplikovaných přípravků na výškový přírůst smrkových kultur, vyhodnoceno k 10. 8. 2014

Na PL 4 měla nejnižší roční přírůst kontrolní plocha a to 3,8 cm, téměř identický průměrný přírůst 4 cm byl detekován na ploše ošetřené přípravkem Vermaktiv Stimul, z čehož lze usoudit, že aplikace tohoto přípravku neměla na výškový přírůst žádný vliv. U varianty Silvamix R+Stimul byl detekován průměrný roční přírůst 5 cm, tato hodnota je v porovnání s průměrným přírůstem kontrolní plochy sice vyšší, ale nejde o statisticky významný rozdíl a s jistotou nelze tvrdit, že tento rozdíl zapříčinila aplikace přípravků Silvamix R +Stimul. U přípravků Silvamix R a Silvamix A, vápnitý dolomit byl diagnostikován roční přírůst pohybující se kolem hodnoty 7 cm, v porovnání s kontrolní plochou lze říct, že aplikované přípravky zapříčinily stimulaci výškového přírůstu (viz Obr. 28).

## Zdravotní stav kultur



Obr. 29: Stanovení zdravotního stavu smrkových kultur na začátku vegetačního období před aplikací přípravků



Obr. 30: Stanovení zdravotního stavu smrkových kultur po 1 vegetačním období od aplikace přípravků

U kontrolní plochy bylo diagnostikováno zhoršení zdravotního stavu o polovinu zdravotního stupně, kdy průměrný zdravotní stav kontrolní plochy dosáhl hodnoty 2,5 zdravotního stupně. Obdobný negativní vývoj zdravotního stavu byl pozorován na variantě Silvamix R, kdy byla překročena hranice druhého zdravotního stupně. Téměř identické zhoršení zdravotního stavu bylo zaznamenáno na ploše ošetřené přípravkem Silvamix R+Stimul, kde taktéž průměrný zdravotní stav přesáhl druhý zdravotní stupeň. Na základě porovnání s kontrolní plochou, lze říct, že na PL 4 přípravky Silvamix R a Silvamix R + Stimul neměly vliv na vývoj zdravotního stavu. U plochy ošetřené přípravkem vápnitý dolomit byla diagnostikována stagnace vývoje zdravotního stavu, kdy se průměrný zdravotní stav pohyboval těsně pod hranicí druhého zdravotního stupně. Zlepšení zdravotního stavu bylo detekováno u varianty Silvamix A, kdy průměrný zdravotní stav všech rostlin klesl pod hranici druhého zdravotního stupně. Na základě porovnání s ostatními variantami, u kterých došlo k zhoršení nebo stagnaci zdravotního stavu, je možné říct, že aplikace přípravku Silvamix A pozitivně ovlivnila vývoj zdravotního stavu. Na ploše ošetřené přípravkem Vermaktiv Stimul, došlo k stagnaci vývoje zdravotního stavu, kdy se průměrný zdravotní stav rostlin pohyboval těsně nad hranicí druhého zdravotního stupně (viz Obr. 29, Obr. 30).

## 7 Diskuze

Na PL 1 se projevil pozitivní účinek přípravku Silvamix A na výživu smrkové kultury, kdy po aplikaci tohoto hnojiva se statisticky významně zvýšila foliární koncentrace všech zkoumaných živin. Na PL 1 se taktéž podařil prokázat pozitivní vliv přípravku Vermaktiv Stimul na výživu rostlin, přičemž optimalizace výživy nebyla tak výrazná jak u varianty Silvamix A. Pozitivní účinek na výškový přírůst byl na PL 1 prokázán u obou variant, kdy stimulace výškového přírůst byla výraznější u přípravku Vermaktiv Stimul. Během vegetačního období byla diagnostikována stagnace zdravotního stavu obou variant, což je v porovnání s kontrolní plochou pozitivní vývoj zdravotního stavu. Jelikož na kontrolní ploše se průměrný zdravotní stav rostlin zhoršil o polovinu zdravotního stupně.

Na PL 2 se potvrdil pozitivní vliv přípravku Silvamix A na výživu rostlin, byly zde detekovány obdobné foliární koncentrace živin jako u varianty Silvamix A na PL 1. Na PL 2 se nepodařilo prokázat účinek přípravku Vermaktiv Stimul na výživu rostlin, jelikož na variantě Vermaktiv Stimul byl diagnostikován obdobný obsah živin jak na kontrolní varianty. Při srovnání variant Vermaktiv Stimul na PL 1 a PL 2, je na PL 2 obsah živin v asimilačním aparátu statisticky výrazně nižší. Na PL 2 se pozitivní účinek na stimulaci výškového přírůst u obou přípravků prokázat nepodařil, jelikož varianty Vermaktiv Stimul a Silvamix A dosáhly obdobných ročních přírůstků jako kontrolní plocha. Z pohledu zdravotního stavu došlo u varianty Vermaktiv Stimul k mírnému zhoršení průměrného zdravotního stavu a naopak u varianty Silvamix A bylo diagnostikováno mírné zlepšení zdravotního stavu.

Na PL 4 po aplikaci přípravku Silvamix A došlo k optimalizaci výživy všech zkoumaných živin. Ze srovnání varianty Silvamix A na PL 4 s ostatními výzkumnými plochami je patrné, že na PL 4 došlo k nejvýraznějšímu zvýšení foliárních koncentrací zkoumaných živin. Přípravek Vermaktiv Stimul na PL 4 výživu smrkové kultury výraznějším způsobem neovlivnil, jelikož na této variantě byly detekovány obdobné foliární koncentrace jak na kontrolní ploše. Na PL 4 byl dále zkoumán vliv přípravků Silvamix R, Silvamix R + Stimul, vápnatého dolomitu. Účinky přípravků Silvamix R a Silvamix R + Stimul byly na PL 4 téměř obdobné, kdy u rostliny ošetřených těmito hnojivy byla diagnostikována mírně nižší foliární koncentrace zkoumaných živin než u



varianty Silvamix A. Na PL 4 aplikace vápnitého dolomitu výživu smrkové kultury zásadním způsobem neovlivnila, jelikož zde byly detekovány obdobné foliární koncentrace jak na kontrolní ploše. Na PL 4 nejnižších výškových přírůstů dosáhly varianty Vermaktiv Stimul a Silvamix R+Stimul, z čehož vyplývá, že tyto přípravky neměly na PL 4 stimulační účinky na přírůst rostlin. Obdobné průměrné výškové přírůsty byly diagnostikovány u variant Silvamix A, Silvamix R a vápnitý dolomit, tyto přípravky částečně stimulovaly přírůst rostlin, ale v porovnání s ostatními variantami na PL 4 rozdíly průměrných přírůstů nejsou příliš statisticky výrazné. Vývoj zdravotního stavu měl u všech variant spíše zhoršující charakter, pouze u varianty Silvamix A došlo k mírnému zlepšení zdravotního stavu.

Podrazský (1999) uvádí že, hnojiva řady SILVAMIX se jeví jako účinný prostředek meliorace lesních půd a zlepšování růstu i stavu lesních porostů, jejich příznivé působení bylo prokázáno na degradovaných stanovištích a na extrémních imisních holinách. Toto tvrzení se potvrdilo na všech výzkumných plochách ( PL 1, PL 2, PL 3), kdy po aplikaci přípravku Silvamix A došlo k optimalizaci výživy mladé smrkové kultury, tato optimalizace výživy byla pravděpodobně příčinou mírného zlepšení zdravotního stavu. Podrazský (1999) dále uvádí že, hnojiva SILVAMIX se ve srovnání s vápněním se jeví jako účinnější, což se také potvrdilo na PL 4 kde byly účinky hnojiv Silvamix, mnohem výraznější než účinky vápnitého dolomitu.

Remeš (2005) uvádí, že sledování růstu smrkových výsadeb na LS Horní Blatná prokázalo účinnost hnojiv Silvamix A na výškový růst smrkových kultur. Finální efekt přihnojení na výškový vzrůst kultur smrku činil po 4 letech více 20 cm (Remeš et kol. 2005). Tem to poznatek koresponduje s vývojem výškového přírůstu na PL 1, kde se již v 1. vegetačním období po hnojení projevil stimulační účinek přípravku Silvamix A. Dále Podrazský (1999) uvádí, že na extrémních stanovištích, jako jsou rozsáhlé imisní holiny, se stimulační účinky hnojiv Silvamix projeví opožděně. Nárovec (2004) uvádí, že přihnojení výsadeb tabletami podpoří výškový přírůst sazenic většinou až v roce následujícím po aplikaci hnojiv, tj. ve 2. vegetačním období po přihnojení (Nárovec 2004). Poznatky těchto autorů zdůvodňují to, že se na PL 2 a PL 3 se nepodařilo prokázat pozitivní účinek přípravku Silvamix na stimulaci výškového přírůstu, přestože došlo k téměř úplné optimalizaci výživy smrkové kultury.

Pozitivní vliv přípravku Vermaktiv Stimul se podařilo prokázat pouze na PL 1, na PL 2 a PL 4 rostliny ošetřené tímto přípravkem vykazovaly obdobné foliární koncentrace živin a průměrné roční přírůsty jako kontrolní varianty. Ale zatím nelze celkový vliv přípravku Vermaktiv Stimul na růst a vývoj mladé smrkové kultury objektivně posoudit, jelikož tento přípravek byl doposud využívám pouze v zemědělství. Možnosti využití přípravku Vermaktiv Stimul v LH jsou ve fázi výzkumu.

## 8 Závěr

Výzkum bakalářské práce na téma „Porovnání účinků přípravků Silvamix Agluform a VERMAKTIV Stimul při obnově lesa ve vrcholových partiích Králického Sněžníku“ probíhal na dané lokalitě na třech výzkumných plochách (PL 1, PL 2, PL 4). Na začátku vegetačního období 2014 byla realizována aplikace přípravků a byly změřeny dané veličiny. Na konci vegetačního období 2014 byly z nahnojených kultur odebrány vzorky asimilačního aparátu a opakovalo se měření daných veličin.

Z vyhodnocení listových analýz vyplývá, že výzkumné ploše 1 se projevil pozitivní účinek aplikovaných přípravků Silvamix Agluform a Vermaktiv Stimul na výživu smrkové kultury. Dále se zde projevil stimulační účinek obou přípravků na výškový přírůst. V průběhu vegetačního období nedošlo k zhoršení zdravotního stavu variant Vermaktiv Stimul a Silvamix Agluform, což lze při porovnání s kontrolní plochou hodnotit taktéž pozitivně.

Na výzkumné ploše 2 se potvrdil pozitivní účinek přípravku Silvamix Agluform na výživu smrkové kultury, kdy po aplikaci tohoto přípravku došlo (dle Bergmanna 1989) téměř k úplné optimalizaci výživy. Lze předpokládat, že optimalizace výživy zapříčinila mírné zlepšením zdravotního stavu kultury ošetřené přípravkem Silvamix Agluform. Stimulační účinky na výškový přírůst se u přípravku Silvamix Agluform prokázat nepodařilo. Kultura ošetřená přípravkem Vermaktiv Stimul vykazovala jen mírně vyšší foliární koncentrace zkoumaných živin než kontrolní plocha, tudíž se zde neprojevil vliv přípravku na výživu, taktéž tento přípravek neovlivnil výškový přírůst a nepřispěl k zlepšení zdravotního stavu.

Na výzkumné ploše 4 nejvýraznějším způsobem ovlivnil výživu Silvamix Agluform, déle se zde projevil pozitivní účinek na výživu u přípravků Silvamix R a Silvamix R +Stimul. Z pohledu výživy zde neměly žádný účinek přípravky Vermaktiv Stimul a vápnitý dolomit. Nepodařil se zde prokázat pozitivní účinek aplikovaných přípravků na výškový přírůst. Zdravotní stav výraznějším způsobem na výzkumné ploše 4 ovlivnil pouze přípravek Silvamix Agluform, přičemž pozitivní vývoj zdravotního stavu byl pravděpodobně spojen s optimalizací výživy rostlin.

Výsledky výzkumu prokázaly a potvrdily pozitivní účinky přípravku Silvamix Agluform na výživu a odrůstání smrkové kultury. Kdy po aplikaci tohoto přípravku došlo k statisticky významnému zvýšení foliární koncentrace dusíku, fosforu, draslíku a vápníku. Nepodařilo se jednoznačně prokázat pozitivní účinek přípravku Vermaktiv Stimul na výživu smrkové kultury, kdy tento přípravek výrazněji ovlivnil výživu pouze na PL 1 zatím co na PL 2, PL 4 měla aplikace tohoto přípravku pouze nepatrný vliv na foliární koncentraci zkoumaných živin. Dále se podařilo prokázat pozitivní účinek přípravků Silvamix R a Silvamix R +Stimul, kdy po jejich aplikaci došlo k statisticky významnému zvýšení foliární koncentrace dusíku, draslíku a hořčíku. Pozitivní vliv vápnatého dolomitu na výživu a přírůst smrkové kultury se nepodařilo prokázat.

## 9 Summary

The research of this thesis was conducted at three research plats ( PL1, PL2, PL4). At the growing season beginning in 2014 year was realized by fertilising products application and the quantity were measured. The assimilation apparatus samples were taken away at the growing season end of 2014 year from fertilized plantation and the measurement of given quantities were repeated. Consequently, the needles samples were processed by an accredited laboratory company Morava Ltd. headquartered in Studénka.

The research results showed positive effects of Silvamix Agluform on nutrition and growth Norway spruce young plantations. Also we managed to demonstrate the positive effect of plant Silvamix R and Silvamix R + Stimul.

# 10 Zdroje

- BÁNEK, J., 1983. Fyziologie rostlin. 1. vyd. Praha: SZN, 1983, 558 s.
- BÍBA, J., DEMEK J., 2012. Z nížin do hor: geomorfologické jednotky České republiky. Vyd. 1. Praha: Academia, 343 s.
- DUŠEK, D. a kol., 2014. Reakce mladých smrkových porostů na výchovné zásahy v oblastech chronického chřadnutí smrku [online] citováno leden 2015. Dostupné na Web: <http://www.vulhm.cz/sites/File/ZLV/fulltext/346.pdf>
- HAVELKA, B., 1989. Výživa a hnojení rostlin: (návody do cvičení). 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 225 s.
- HRUŠKA, J., 2004. Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd - limitující faktor současného lesnictví. 2. vyd. Praha: Česká geologická služba, 153 s.
- KANTOR, P. a kol., 2014. Pěstění lesa, skripta – učební text, Mendelova univerzita v Brně, 76 s.,
- KINCL, M., KRPEŠ V., 2000. Základy fyziologie rostlin. 2. vyd. /. Ostrava: Montanex, 221 s.
- KLIMO, E. 1990., Lesnická pedologie. 1.vyd. Brno: VŠZ, 259 s.
- KUBELKA, L., 2007. Aplikace speciálních tabletových hnojiv SILVAMIX® [online] citováno leden 2015. Dostupné na Web: <http://www.silvamix.com/cz/pomalurozpustna-hnojiva/aplikace-hnojiv>, 221 s.
- MARTINŮ, V., 2007. Silvamix [online] citováno leden 2015. Dostupné na Web: <http://www.silvamix.com>
- MAUER, O., 2009, Zakládání lesa I, skripta – učební text, Mendelova univerzita v Brně 183 s.
- MATULA, J., 1977. Výživa rostlin. 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZVŽ ČSR, 182 s.
- NÁROVEC, V., 1993 Soustava hnojení v lesních školkách s tradičním pěstováním sadbového materiálu na minerální půdě. Zprávy lesnického výzkumu, 38, č. 2, 30 -33 s.
- NÁROVEC, V. 2001., 100x o hnojení v lese. 2.vyd. Písek: Lesnická práce, 31 s.
- NÁROVEC, V. 2004., Komerční prezentace pro pomalurozpustná hnojiva řady Silvamix® [online] citováno březen 2015. <http://vulhm.opocno.cz/silvamix.html>
- NÁROVEC, V., JURÁSEK, A., 2000. Několik poznámek k přihnojování lesních kultur [online] citováno prosinec 2015. 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., 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 79 s.

- PRŮŠA, E., 2001 Pěstování lesů na typologických základech. Vyd. 1. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 593 s.
- PETRUŽALEK, Z. a kol., 2013. VERNAKTIV Stimul – pomocný přípravek rostlin [online] citováno prosinec 2015. Dostupné na Web: <http://www.enzymix.eu/wp-content/uploads/2013/08/vermaktivcz.pdf>
- PODRAZSKÝ, V. 1989. Vliv vápnění na chemické vlastnosti lesních půd Jizerských hor, Orlických hor a Krkonoš. Práce VÚLHM, 74, s. 169 - 205.
- PODRAZSKÝ, V. a kol. 1999. VÝSLEDKY APLIKACE HNOJIV ŘADY SILVAMIX [online] citováno březen 2015. Dostupné na Web: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-78-1999/lesnicka-prace-c-2-99/vysledky-aplikace-hnojiv-rady-silvamix>
- PODRAZSKÝ, V., 2005. Účinky melioračních opatření a potenciál jejich využití v imisních oblastech Praha, 90 s.
- REMEŠ, J. a kol., 2005. Účinky pomalu rozpustných tabletovaných hnojiv [online] citováno březen 2015. Dostupné na Web: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-84-2005/lesnicka-prace-c-6-05/ucinky-pomalu-rozpustnych-tabletovanych-hnojiv>
- RICHTER, R., HLUŠEK, J., 1994. Výživa a hnojení rostlin. I. obecná část. Brno, Ediční středisko VŠZ, 171 s.
- UHLÍŘOVÁ, H. 2004. Poškození lesních dřevin. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 288 s.
- VAVŘÍČEK, D. 2001. Možnosti a postupy hnojení v lesním hospodářství, 28 s.
- VAVŘÍČEK, D., KUČERA, A., 2014. Lesnická pedologie, skripta – učební text, Mendelova univerzita v Brně. 283s.
- ZBÍRAL, J., 1994. Analýza rostlinného materiálu. Jednotné metodické postupy. Brno, SKZÚZ, 170 s.

## Seznam použitých zkratek

### Půdní horizonty

O	nadložní humus
L	opad
F	drť
H	měl
Ae	humózní lesní horizont černický
Ep	podzolizací ochuzený horizont
Bh	spodický horizont humusoiluviální

### Živiny

C	uhlík
N	dusík
P	fosfor
S	síra
K	draslík
Ca	vápník
Fe	železo
Mn	mangan
Zn	zinek
Cu	měď
Mn	mangan
Mg	hořčík
Al	hliník
Au	zlato
Ag	stříbro
Si	křemík
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
H <sub>2</sub> O	voda



## **Ostatní**

SM	smrk ztepilý
PLO	přírodní lesní oblast
LVS	lesní přírodní oblast
PL	výzkumná plocha
Ha	hektar
g	gram
l	litr
ml	mililitr
cm	centimetr

## **Použitá hnojiva**

VRM	Vermaktiv Stimul 1:50
SA	Silvamix A
K	Kontrola
SR+ST	Silvamix R + stimulačtor
SR	Silvamix R
VA	Vápnitý dolomit

## Seznam tabulek

Tab. 1: Barevné označení a zkratky aplikovaných přípravků	20
Tab. 2: Aplikované přípravky dle jednotlivých ploch	20
Tab. 3: Foliární koncentrace živin dle Bergmanna 1989	22
Tab. 4: Stupnice hodnocení zdravotního stavu	23
Tab. 5: Zastoupení procentuální dřevin PLO 27	25

## Seznam obrázků

Obr. 1: Celkový pohled na PL 1	27
Obr. 2: Celkový pohled na PL 2	30
Obr. 4: Celkový pohled na PL 2	33
Obr. 5: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci fosforu	36
Obr. 4: Procentuální zastoupení dusíky v asimilačním aparátu smrku ztepilého	36
Obr. 6: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci draslíku	37
Obr. 7: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci vápníku	37
Obr. 8: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci hořčíku	38
Obr. 9: Procentietické zastoupení síry v asimilačním aparátu smrku ztepilého	38
Obr. 10: Vyhodnocení vlivu aplikovaných přípravků na výškový přírůst smrkových kultur, vyhodnoceno k 10. 8. 2014	39
Obr..11: Stanovení zdravotního stavu smrkových kultur na začátku vegetačního období před aplikací přípravků	40
Obr..12: Stanovení zdravotního stavu smrkových kultur po 1 vegetačním období od aplikace přípravků	40
Obr. 13: Procentuální zastoupení dusíky v asimilačním aparátu smrku ztepilého	41
Obr. 14: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci fosforu	41
Obr. 15: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci draslíku	42
Obr. 16: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci vápníku	42
Obr. 18: Procentuální zastoupení síry v asimilačním aparátu smrku ztepilého	43
Obr. 17: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci hořčíku	43

Obr. 19: Vyhodnocení vlivu aplikovaných přípravků na výškový přírůst smrkových kultur, vyhodnoceno k 10. 8. 2014	44
Obr. 20: Stanovení zdravotního stavu smrkových kultur na začátku vegetačního období před aplikací přípravků	45
Obr. 21: Stanovení zdravotního stavu smrkových kultur po 1 vegetačním období od aplikace přípravků	45
Obr. 22: Procentuální zastoupení dusíky v asimilačním aparátu smrku ztepilého	46
Obr. 23: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci fosforu	46
Obr. 24: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci draslíku	48
Obr. 25: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci vápníku	48
Obr. 26: Vliv aplikovaných přípravků na foliární koncentraci hořčíku	50
Obr. 27: Procentuální zastoupení síry v asimilačním aparátu smrku ztepilého	50
Obr. 28: Vyhodnocení vlivu aplikovaných přípravků na výškový přírůst smrkových kultur, vyhodnoceno k 10. 8. 2014	52
Obr. 29: Stanovení zdravotního stavu smrkových kultur na začátku vegetačního období před aplikací přípravků	53
Obr. 30: Stanovení zdravotního stavu smrkových kultur po 1 vegetačním období od aplikace přípravků	53