

**Lesy České republiky, s.p., Hradec Králové**

**VÝZKUMNÉ PROJEKTY  
GRANTOVÉ SLUŽBY LČR**



*Projekt*

**BODOVÁ REVITALIZACE PŮDY PŘI OBNOVĚ LESA  
V 7. - 8. LVS V PLO HRUBÝ JESENÍK**

*Řešitel*

**Mendelova univerzita v Brně**



**Lesnická  
a dřevařská  
fakulta**

Odpovědný řešitel:

**Dušan Vavříček**

*Brno, 2012*

# Mendelova univerzita v Brně



Lesnická  
a dřevařská  
fakulta

## Bodová revitalizace půdy při obnově lesa v 7. – 8.LVS v PLO Hrubý Jeseník

### Souhrnný výstup

výzkumného projektu Grantové služby LČR – 7/2008



Zpracovatelé:

Ing. Jan Pecháček  
doc. Dr. Ing. Dušan Vavříček  
Ing. Josef Janoušek  
RNDr. Tomáš Litschman



Lesnická  
a dřevařská  
fakulta

Mendelova  
univerzita  
v Brně



## Obsah

<b>1. Úvod .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Metodika. ....</b>	<b>4</b>
2.1. Přehled navržených a odsouhlasených výzkumných ploch ošetřených tabletovými hnojivy .....	4
2.1.1 Vlastní aplikace tabletovaných hnojiv na výzkumných plochách.....	4
2.1.2 Aplikace pomocného rostlinného přípravku Vermaktiv stimulační ..... 9	9
2.2 Metodika vyhodnocení vlivu aplikovaných hnojiv na fyzikálně - chemické a chemické vlastnosti půdního prostředí zóny kořenového balu .....	10
2.3 Metodika vyhodnocení vlivu aplikovaných hnojiv na výživu smrku ztepilého (Picea abies /L./ Karsten). ....	12
2.4 Metodika vyhodnocení vlivu aplikovaných hnojiv na přírůsty smrku ztepilého (Picea abies /L./ Karsten) .....	13
2.5 Přehled zkratk hnojiv použitých při statistickém vyhodnocení Zadejte název kapitoly (úroveň 2). ....	14
2.6 Metodika půdních fyzikálních analýz. ....	14
2.7 Metodika sledování meteorologických charakteristik na vybraných výzkumných plochách .....	15
<b>3. Doporučení pro provozní praxi .....</b>	<b>16</b>
<b>4. Seznam použité literatury .....</b>	<b>39</b>

## 1. Úvod

Hnojení je často používané nápravné opatření při obnově a revitalizaci lesních porostů v imisních oblastech, často se aplikuje k odstranění nerovnováhy ve výživě (EVERS, HÜTTL 1990). Jedná se o opatření, které může urychlit růst a vývoj kultur na nepříznivých stanovištích. Dochází tak ke zkrácení doby, po kterou je nutno o kultury intenzivně pečovat (vyžínání buřeně, oplocení, vylepšování). Hnojení také přispívá k redukci mortality na ohrožených stanovištích (REMEŠ et al. 2004). Příznivý vliv chemické meliorace za využití pomalu rozpustných hnojiv dokládá řada studií (REMEŠ et al. 2005, PODRÁZSKÝ et al. 2003, VACEK et al. 2006, BONNEAU 1991, HÜTTL 1997).

Předkládaná shrnující závěrečná zpráva výzkumného projektu GS LČR s názvem: „Bodová revitalizace půdy při obnově lesa v 7. a 8. LVS v PLO Hrubý Jeseník” si klade za cíl přispět k urychlení obnovy lesa na rizikových stanovištích 7 - 8.LVS. Stěžejním cílem prováděného šetření je ověření vlivu tabletových hnojiv řady Silvamix (kontrolním hnojivem je dolomitický vápenec, dále zde byl také aplikován přípravek Vermaktiv Stimul) jako jedné z možných variant podpory základaných monokultur smrku ztepilého v dané oblasti.

Od roku 2008 jsou na výzkumných plochách v oblasti Hrubého Jeseníku průběžně odebírány vzorky půdy, jehličí a dále jsou zde měřeny biometrické veličiny založených a přihnojených kultur smrku ztepilého. Také zde byly odebírány vzorky mrtvého dřeva, a byly odzkoušeny v různém poměru směs minerální půda/ humus k odvození optimálního poměru těchto dvou složek při zalesňování. Na vybraných výzkumných plochách jsou mimo jiné také nepřetržitě měřeny základní meteorologické charakteristiky.

Výsledky šetření v jednotlivých letech byly publikovány v průběžných závěrečných zprávách. Projekt GS LČR "Bodová revitalizace půdy při obnově lesa v 7. a 8. LVS v PLO Hrubý Jeseník" nyní vstupuje do své závěrečné fáze. V tomto příspěvku jsou shrnuty dosavadní poznatky a hypotézy, které byly ověřeny za celou dobu řešení tohoto projektu. Při zpracování závěrečné části byl kladen velký důraz na přehlednost a srozumitelnost textu, aby byl tento dokument dobře využitelný pro lesnický management v cílové oblasti. Uživatel zde zjistí, jaká hnojiva mají v daných stanovištních podmínkách nejpříznivější vliv a z jakého důvodu jsou zde doporučována. Jako finální výstup celého projektu uzavírá celou závěrečnou zprávu tabulka, určená přímo pro využití v provozních podmínkách.

## 2. Metodika

### 2.1 Přehled navržených a odsouhlasených výzkumných ploch ošetřených tabletovými hnojivy

Založení základních výzkumných ploch pro dlouhodobé sledování bylo situováno do oblastí s problematickou obnovou lesa, zejména v LHC patřící pod LS Loučná, LS Hanušovice a LS Jeseník. Všechny výzkumné plochy jsou umístěny na stanoviště horských poloh do HS 73, 71 a také do ochranných lesů 8. LVS. Zkusné plochy zaměřené na různě klimaticky i geomorfologicky exponovaných lokalitách mohou navazovat na stávající síť vybraných ploch 8. LVS v oblasti Králického Sněžníku, kde je prováděno kontinuální podrobnější šetření jednotlivých ekosystémových složek. Tyto plochy Králického Sněžníku jsou znovu aktualizovány. Do projektu je zahrnuta i plocha, která bude vyčleněna v rámci exponovaného stanoviště na rekultivovaných území v oblasti přečerpávací nádrže Dlouhé Stráně.

Rámcový přehled schválených a založených výzkumných ploch pro revitalizační monitoring, kde již byla provedena aplikace tabletových hnojiv:

1. 4 plochy 7.- 8. LVS LS Loučná
2. 1 plocha celoplošné rekultivace 8. LVS LS Loučná
3. 2 plochy 7. LVS LS Jeseník
4. 1 plocha s 3 podružnými stanovišti ochranného lesa LS Hanušovice (Králický Sněžník)
5. 1 plocha 8.LVS LS Janovice
6. 1 plocha celoplošná rekultivace 4. LVS LS Bruntál

#### 2.1.1 Vlastní aplikace tabletových hnojiv na výzkumných plochách

Stěžejní problematika revitalizace je vedle výše uvedeného okruhu otázek *metodicky* řešena zejména vybranými variantami hnojení, které jsou podle jednotlivých charakteristik dílčích hnojiv začleněny do struktury projektu. Vybrané lokality intenzivního sledování jsou rozčleněny na dílčí plochy, jednak dle výše uvedených kritérií a jednak na základě chemizace půdního prostředí přímo k sazenici. V úzké

spolupráci s Ecolab Znojmo při navrhování a výrobě hnojiv je vyčleněno 7 druhů variant.

1. velmi jemně mletý vápnný dolomit pro ruční aplikaci
2. tabletové hnojivo Silvamix F
3. tabletové hnojivo Silvamix R
4. tabletové hnojivo Stromfolixyl
5. tabletové hnojivo Silvamix R+stimul. (prototyp)
6. Vermaktiv stimul (enzym)
7. kontrolní plocha bez hnojení

Navrhovaná hnojiva jsou registrovaná a konzultována s akreditovaným výrobcem, který je současně i hlavní dodavatel pro LČR. Výběr hnojiv zohledňuje zejména hypotézu zaměřenou na odolnost sazenic ke klimatickým stresorům na optimální rozvoj kořenové biomasy a dusíkatou výživu. Varianty používaných a vyráběných hnojiv jsou doplněny prototypem hnojiva řady Silvamix obohaceného o vybrané stimulatory kořenového růstu (Silvamix R+stimul.). Dále byl na vybraných plochách aplikován přípravek Vermaktiv Stimul (enzym), jde o organominerální stimulační přípravek, bližší informace o způsobu aplikace a vlastnostech tohoto přípravku najdeme v kapitole 2.1.2.

**Vlastní aplikace tabletovaných hnojiv** (kontrolním hnojivem byl dolomitický vápenec) byla provedena na začátku vegetačního období 2009 a 2010. Seznam ošetřených lokalit s uvedením hnojivých variant je uveden v tabulce 1, v tabulce 3 pak najdeme přehled o termínu hnojení na jednotlivých plochách, dále je v této tabulce u každé lokality přehled všech dosud vykonaných terénních prací. Aplikace tablet byla provedena bodově, přímo ke každé sazenici. Tablety byly zapraveny do půdy pod korunku ošetřené sazenice (hloubka 3-6 cm), tak aby bylo zabráněno ztrátám hnojiva vlivem povrchového splachu a zpomalené mineralizace. Kontrolní hnojivem byl dolomitický vápenec. Toto hnojivo bylo aplikováno formou posypu, opět ke každé sazenici zvlášť. Přípravek Vermaktiv Stimul byl aplikován ve formě postřiku. Veškerá použitá hnojiva byla aplikována v empiricky ověřených a deklarovaných dávkách uvedených v tabulce 2.

tabulka.1: Seznam výzkumných lokalit a aplikovaných hnojivových variant

LS Loučná nad Desnou	Dlouhé stráně	Silv. F	LS Jeseník	Na zvuku (Běla p. Pradělem)	Silv. F	LS Bruntál	Slezská Harta (Bílčice)	Silv. F	LS Hamašovice - Králický Sněžník	Plocha 1 (804 A17a)	Silv. F
		Silv. R			SR + Stim.			Silv. J			
		Stromf.			K			Stromf.			
		SR + Stim.			Silv. F			Dol. váp			
		váp. dol.			Silv. R			K hum-min			
		K			váp. dol.			K min			
	Furmanka	Silv. F		LS Janovice	Ostrážná		Silv. F	Plocha 2 (804 C17b)		Silv. F	
		Silv. R					Silv. R			Silv. J	
		Stromf.					S.R. + stim.			Stromf.	
		SR + Stim.					váp. dol.			Dol. váp	
		váp. dol.					enzym			K hum-min	
		K					K			K min	
Břidličná	SR + Stim.	LS Janovice	Ostrážná	Silv. F	Plocha 3 (810 A17a - u šestihranu)	Silv. F					
	kontr.			Silv. R		Silv. J					
Jezerná	Silv. F			S.R. + stim.		Stromf.					
	SR + Stim.			váp. dol.		Dol. váp					
	K			enzym		K hum-min					
	Vásovské Sedlo			Silv. F		K	K min				
				Silv. R	Silv. F	Silv. F					
				S.R. + Stim.	Silv. R	Silv. J					
váp. dol.				S.R. + stim.	Stromf.						
enzym				váp. dol.	Dol. váp						
K				enzym	K hum-min						
	K			K	K min						

tabulka. 2: množství aplikovaného hnojiva a živiny k jedné sazenici na šetřených výzkumných plochách

Typ hnojiva a spotřeba		N (%)	čistá živina N (g)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	čistá živina P (g)	K <sub>2</sub> O (%)	čistá živina K (g)	CaO (%)	čistá živina Ca (g)	MgO (%)	čistá živina Mg (g)
Silvamix Forte (5 tablet á 10 g)	celkový	17,50	<b>8,75</b>	17,50	<b>3,85</b>	10,50	<b>52,50</b>			9,00	<b>2,70</b>
	Vodorozpustný	7,00	3,50	7,00	1,54	8,50	42,50				
Silvamix R (5 tablet á 10 g)	celkový	10,00	<b>5,00</b>	7,00	<b>1,54</b>	18,00	<b>90,00</b>			7,50	<b>2,25</b>
	Vodorozpustný	2,50	1,25	2,70	0,59	15,50	77,50				
Stromblixyl stimil (8 tablet á 1,5 g)	celkový	11,00	<b>1,32</b>	0,80	<b>0,22</b>	5,40	<b>0,53</b>	15,10	<b>1,29</b>	8,80	<b>0,64</b>
Vápnitý dolomit (80 g)	celkový							32,30	<b>18,35</b>	18,70	<b>8,98</b>
Spotřeba živin u sazenice <b>sm</b> za 1 rok			<b>0,23</b>		<b>0,03</b>		<b>0,09</b>		<b>0,09</b>		<b>0,01</b>
Spotřeba živin u sazenice <b>bk</b> za 1 rok			<b>0,50</b>		<b>0,01</b>		<b>0,24</b>		<b>0,52</b>		<b>0,07</b>
Spotřeba živin u sazenice <b>jav</b> za 1 rok			<b>0,95</b>		<b>0,14</b>		<b>0,73</b>		<b>0,57</b>		<b>0,10</b>

Pozn. u spotřeby na jednu sazenici je nutné uvažovat o navýšení v souvislosti konkurence buřené cca 5-10-krát, dle abundance a dominance trávobylimného patra a propustnosti půdy někdy 15-20 krát

Tabulka 3: Přehled výzkumných ploch a prováděných terénních prací

označení lokality	č. porostu	GPS poloha	SLT	vyhodnocení charakteru půdního prostředí v celé profilové hloubce + vyhodnocení stanovištních podmínek				aplikace hnojiv*	instalace klimastanicek	měření klimatických charakteristik + vyhodnocení					odběr p. vzorků - zóna kořenového balu + vyhodnocení				odběr vzorků jehličí nejmladšího ročníku + vyhodnocení			
				2008	2009	2010	2011			2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011
Jelení Palouk	355A1	50 04'15.4"N; 17 10'11.8"E	7K	x	-	-	-	V.2009	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	x	x	x
Dlouhé Stráně	404 C 1	50 04'12.7"N; 17 09'35.1"E	Z*	x	-	-	-	V.2009	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	x	x	x
Furmanka	102D11	50 02'22.7"N; 17 08'42.3"E	7K	x	-	-	-	V.2009	IX.2008	x	x	x	x	x	-	x	-	x	-	x	x	x
Břidličná	714C1	50 01'57.4"N; 17 10'52.7"E	8Z	x	-	-	-	V.2009	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	x	x	x
Jezerná	404 D1	50 04'15.4"N; 17 10'11.8"E	8R	x	-	-	-	V.2009	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	x	x	x
Na zvuku (Bělá pod Pradědem)	442A0	50 10'00.5"N; 17 15'35.5"E	7N	x	-	-	-	V.2009	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	x	x	x
Slezská Harta (Bílčice)	929D1b	49 52'47.7"N; 17 35'22.9"E	4Z	-	x	-	-	V.2010	X.2009	-	-	x	x	x	-	-	x	x	-	-	x	x
Ostražná	402 D 10	50 00'07.2"N; 17 12'45.4"E	8N-8K	-	x	-	-	V.2010	X.2009	-	x	x	x	x	-	-	x	x	-	-	x	x
Vřesovské sedlo	604 C1	50 09'11.6"N; 17 07'51.8"E	8Z	-	x	-	-	V.2010	XII.2009	-	-	x	x	x	-	-	x	x	-	-	x	x
Jezerná	404 C 14a	50 04'17.5"N; 17 10'8.6"E	8R	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jezerná	404 B 17a	50 04'16.4"N; 17 10'9.5"E	8R	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plocha 1**	804 A17a	50 10'22.2"N; 16 51'09.8"E	8K	x	-	-	-	V.2003	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	x	x	x	x
Plocha 2 **	804 C17b	50 10'52.9"N; 16 51'45.5"E	8Z	x	-	-	-	V.2003	2005	x	x	x	x	x	-	-	x	-	x	x	x	x
Plocha 3**	810 A17a	50 10'42.6"N; 16 51'32.3"E	8K	x	-	-	-	V.2003	2005	x	x	x	x	x	-	-	x	-	x	x	x	x

x operace byla provedena

- nebylo provedeno

\* jedná se o rekultivovanou plochu, z typologického hlediska je kompatibilní s 8S

\*\* jedná se o plochy na LS Hanašovice, Králícký Sněžník, které byly aktualizovány



Tabulka 3. - pokračování: Přehled výzkumných ploch a dosud prováděných terénních prací

označení lokality	č. porostu	počty stromků - celkem	měření délky vrcholkových prýtů + vyhodnocení				Vyhodnocení tlejícího dřeva a kontinuální obnovy z aspektu struktury stupně tlení a chemizmu rozkládajícího se dřeva	odběry fyzikálních válečků + vyhodnocení hydrických vlastností půdy
			2007	2008	2010	2011		
Jelení Palouk	355A1	242	-	x	x	x	-	-
Dlouhé Stráně	404 C 1	360	-	x	x	x	-	-
Furmanka	102D11	352	-	x	x	x	-	x
Břidličná	714C1	125	-	x	x	x	-	-
Jezerná	404 D1	89	-	x	x	x	-	-
Na zvuku (Bělá pod Pradědem)	442A0	135	-	x	x	x	-	-
Slezská Harta (Bílčice)	929D1b	480	-	-	x	x	-	-
Ostražná	402 D 10	469	-	-	x	x	-	x
Vřesovské sedlo	604 C1	239	-	-	x	x	-	x
Jezerná	404 C 14a	-	-	-	-	-	x	-
Jezerná	404 B 17a	-	-	-	-	-	x	-
Plocha 1 **	804 A17a	178	x	x	x	x	-	x
Plocha 2 **	804 C17b	181	x	x	x	x	-	x
Plocha 3 **	810 A17a	176	x	x	x	x	-	-

x ..... operace byla provedena

- ..... nebylo provedeno

\*\* ..... jedná se o plochy na LS Hanušovice, Králícký Sněžník, které byly aktualizovány

### 2.1.2 Aplikace pomocného rostlinného přípravku Vermaktiv stimul

Dalším opatřením provedeným v hřebenové oblasti Hrubého Jeseníku je aplikace enzymatického přípravku na asimilační aparát kultur smrku ztepilého. Vybrané plochy s karenčními příznaky byly na začátku vegetačního období roku 2010 ošetřené přípravkem Vermaktiv stimul (seznam ošetřených ploch najdeme v tabulce 1). Cílem aplikace bude odstranění žloutnutí, zlepšení výživy a celkového zdravotního stavu takto poškozených kultur.

Vermaktiv Stimul je organominerální stimulační přípravek, který se vstřebává rostlinným pletivem a kořenovým systémem. Jedná se o frakcionovaný, speciálně upravený extrakt z živočišných a rostlinných buněk, obsahující organicky vázaný fosfor a dusík. Mimo tyto prvky je extraktu obsaženo několik skupin aminokyselin, enzymů, hormonů a dalších přírodních biostimulačně aktivních látek. Tento extrakt se vstřebává pletivem rostlin a též kořenovým systémem. Protože dochází k vstřebávání pletivem rostlin, nastupuje účinek velmi rychle a jsou potřeba minimální dávky koncentráту. Přebytek přípravku, který se vsákne ke kořenovému balu, zvyšuje množství půdní mikroflóry, zabraňuje tvorbě plísní a zlepšuje asimilační vlastnosti kořenového systému. Tím zaručuje lepší vstřebávání živin, nutriční efektivitu a vyšší odolnost SM jedinců. Zlepšuje kondici rostlin a tím zvyšuje jejich odolnost proti nepříznivým faktorům, podporuje vývoj kořenového systému, růst, kvetení a množství zásobních látek odolnost při napadení škůdci, proti chorobám.

Přípravek zde byl aplikován ve formě postřiku, pro aplikaci na dřeviny se ředí vodou v poměru 1:100. Dávka koncentrovaného přípravku bude aplikována v množství 10 l/ha. Přípravek zde bude aplikován na jaře roku 2010, další aplikace budou provedeny v průběhu a na konci vegetačního období roku 2010. Tato varianta ošetření kultur s karenčními příznaky je finančně výhodnější než varianta s bodově aplikovanými hnojivy. Efekt tohoto přípravku je dlouhodobější, proto je třeba vyhodnotit jeho vliv na výživu, vývoj a vitalitu takto ošetřených kultur v delší časové řadě.

## 2.2 Metodika vyhodnocení vlivu aplikovaných hnojiv na fyzikálně - chemické a chemické vlastnosti půdního prostředí zóny kořenového balu

### Odběr půdních vzorků

Za účelem zjištění vlivu hnojivých látek na půdní prostředí v bezprostřední blízkosti ošetřených sazenic byly odebírány na jednotlivých hnojivých variantách vzorky půdy (seznam výzkumných ploch a jejich variant je uveden v tabulce 1, str. 4; seznam vykonaných terénních prací, kde jsou zaznamenány doby odběrů viz tabulka 3, str. 5,6). Půda zde byla odebírána přímo ze sféry kořenového balu, na každé hnojivové variantě byly odebrány 3 směsné vzorky, každý z těchto směsných vzorků obsahuje půdní materiál z kořenového balu 5 sazenic. Celkově bylo tedy na každé variantě vyvzorkováno 15 kořenových balů sazenic smrku ztepilého.

### Laboratorní analýzy

Půdní analýzy byly soustředěny na stanovení fyzikálně-chemických a chemických vlastností. Jako fyzikálně-chemické půdní vlastnosti byly zjišťovány půdní reakce a parametry sorpčního komplexu. Ze spektra chemických půdních vlastností byly zjištěny obsahy základních makrobiogenních minerálních živin a poměr C/N ze stanovení oxidovatelného uhlíku a celkového půdního dusíku. Na základě jednotlivých stanovení byl vyhodnocen dílčí stav půdy a jeho vztahy k ostatním parametrům prostředí rozpracovaných valů.

Jako půdní vlastnost, prostřednictvím níž lze usuzovat na stav dalších půdních vlastností a srovnat je, byla vzata půdní reakce (cf. Ponnanperuna et al., 1966; Steckermann et al., 1997; Vranová et Samec, 2005). Půdní reakce byla stanovena jako aktivní (pH/H<sub>2</sub>O) a potenciální (pH/KCl) pomocí pH-metru s kombinovanou skleněnou elektrodou (půda/H<sub>2</sub>O nebo 1M KCl = 1/2,5).

Vlastnosti půdního sorpčního komplexu byly stanoveny s vylišením kationtové výměnné kapacity (KVK), obsahu výměnných bazí (S) a jejich vzájemného procentického poměru jako bazické saturace (BS). Využita byla modifikovaná Kappenova metoda (Klečkovskij et Peterburskij, 1964). Obsah výměnných bazí byl stanoven titrací 0,1M HCl, KVK byla stanovena ze sumy S a hydrolytické acidity zjištěné titračně za působení 1M octanu sodného.

Přístupné minerální živiny byly zjišťovány z výluhu Mehlich II metodou atomové adsorpční spektrofotometre (Mehlich, 1978). Příprava půdního extraktu pro stanovení přístupných živin je použitelná pro všechny upravené půdy. Půda se extrahuje kyselým roztokem, který obsahuje fluorid amonný pro zvýšení rozpustnosti různých forem fosforu vázaných na železo a hliník. V roztoku je přítomen i chlorid amonný, který příznivě ovlivňuje desorpci draslíku, hořčíku a vápníku. Kyselá reakce vyluhovacího roztoku je nastavena kyselinou octovou a kyselinou chlorovodíkovou. Vyluhovací

roztok dobře modeluje podíl přístupné frakce živin v půdě pro lesní dřeviny. Obsah fosforu byl stanoven spektrofotometricky v roztoku kyseliny askorbové,  $H_2SO_4$  a  $Sb^{3+}$ . Stanovení draslíku bylo provedeno z půdního výluhu Mehlich II, kdy po termické excitaci atomů draslíku v plameni acetylen-vzduch dochází k vyzáření charakteristického kvanta. Intenzita charakteristického záření je úměrná koncentraci draslíku.

Obsah vápníku a hořčíku byl po naředění extraktu Mehlich II stanovován metodou atomové absorpční spektrofotometrie v plameni acetylen-vzduch. Interference se odstraňují přidávkem nadbytku lanthanu. Vyhodnocení signálu bylo provedeno metodou kalibrační křivky (cf. Zbiral, 2002).

Na lokalitách Ostražná a Vřesovské sedlo bylo stanovení přístupných živin v zóně kořenového balu provedeno i v **Göhlerově výluhu** s poměrem navážky a vyluhovačla 1 : 10. Na principu extrakce a současné kationtové výměny se vytěsňují ze vzorku K, Ca, Mg a další, např. i P, který se do roztoku v kyselém prostředí vyluhovačla směsí octanu sodného a koncentrované kyseliny octové také uvolní ( $CH_3COONa + CH_3COOH$ ).

Oxidovatelný organický uhlík ( $C_{ox}$ ) pro stanovení humusu v půdním vzorku se oxiduje chromsírovou směsí při zvýšené teplotě reakce. Spalovací směs je v přebytku, nereagovaný zbytek se stanoví „dead stop“ titrací Mohrovou solí.

Stanovení celkového dusíku ( $N_t$ ) bylo provedeno Kjeldahlovou metodou (Zbiral et al., 1997), která je založena na spalování a mineralizaci vzorku s přeměnou N na amoniakální formu a stanovení z mineralizátu směsí kyseliny sírové, peroxidu vodíku a oxidu rtuti. Z filtrátu stanovíme obsah N coulometricky.

### **Analýza porovnání obsahu živin při použití odlišných laboratorních metod na lokalitách Ostražná, Břidličná, Na zvuku, Jezerná**

Tyto lokality se vyznačují vysokým obsahem humusových látek ve svrchních půdních vrstvách. Proto jsme vzorky odebrané na těchto lokalitách nechali zanalyzovat jednak běžně používanou metodou Mehlich II, dále také metodou dle Gohlera, která se běžně používá pro humifikační horizonty a dále jsme zde také provedli přepočty obsahu živin zjištěných v extraktu Mehlich II na základě obsahu humusu v daných půdních vrstvách. Teto přepočty byl proveden dle vzorce:

$$S_z = \frac{Z_{(MII)}}{(1 - (S_{hum.}/S_{hum.}))} * 7$$

Kde:  $S_z$  obsah dané živiny v přepočtu z Mehlich II

$Z_{(MII)}$  obsah dané živiny analyzované v extraktu Mehlich II

$S_{hum.}$  obsah humusu, zjištěný dle vzorce:  $S_{hum.} = 1,724 * C_{ox}$

## Statistické vyhodnocení

Statistické šetření bylo provedeno v programu Statistica Cz. Normalita dat byla analyzována prostřednictvím Shapiro - Wilksova testu, homogenita rozptylů byla testována pomocí Bartlettova testu. Byly splněny podmínky pro použití Anovy s opakovanými měřeními, pomocí které byl vyhodnocován vliv hnojiv na jednotlivé půdní charakteristiky. Rozdíly mezi jednotlivými variantami byly vyhodnocovány pomocí vícenásobného porovnání. Veškeré hypotézy byly ověřovány při hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Vyhodnocení obsahu živin bylo provedeno dle tabulek 4-8, které jsou umístěny v kap. 13-Přílohy.

## 2.3 Metodika vyhodnocení vlivu aplikovaných hnojiv na výživu smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karsten)

### Metodika odběru vzorků jehličí

Jako jeden z efektů hnojení, resp. jako jeden z efektů translokace minerálních iontů z půdy do pletiv rostliny bylo vyhodnoceno chemické složení smrkového asimilačního aparátu – jednoletého jehličí. Stanovení hlavních makrobioelementů ve výživě sazenic smrku ztepilého bylo prováděno z ročních přírůstků jehličí, intenzita odběrů na jednotlivých výzkumných plochách je zaznamenána v tabulce 3, str. 5,6. Odběr jehličí byl proveden preparací letorostů na bočních výhonech smrku ztepilého z horní třetiny vyvinuté koruny. Sběr rostlinných vzorků byl proveden na všech výzkumných plochách a to na všech parcelách s aplikací jednotlivých hnojivových variant včetně ploch kontrolních (seznam výzkumných ploch a jejich variant je uveden v tabulce 1, str. 4). Na každé variantě byly odebrány 3 směsné vzorky, přičemž v každém směsném vzorku bylo jehličí odebrané nejméně z 8 jedinců.

### Metodika laboratorních analýz

Vzorky jehličí byly vysušeny za laboratorních podmínek a 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 biampermetricky.

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

Vápník a hořčík byly stanoveny metodou atomové absorpční spektrofotometrie v plameni acetylen – 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 draslíku v optické ose přístroje.

### Statistické vyhodnocení

Statistické šetření bylo provedeno v programu Statistica Cz. Normalita dat byla analyzována prostřednictvím Shapiro - Wilksova testu, homogenita rozptylů byla testována pomocí Bartlettova testu. Pro analýzu vlivu hnojiv na výživu byly splněny podmínky pro využití Anovy s opakovanými měřeními. Rozdíly mezi jednotlivými variantami byly dodatečně vyhodnocovány pomocí vícenásobného porovnání. Veškeré hypotézy byly ověřovány při hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Obsahu živin posuzován dle tabulky 9, viz kap. 13-Přílohy.

## 2.4 Metodika vyhodnocení vlivu aplikovaných hnojiv na přírůsty smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karsten)

### Měření výškového přírůstu

Měření ročních přírůstů vrcholkových prýtů u šetřených kultur smrku ztepilého byl prováděn na všech výzkumných plochách a to na všech parcelách s aplikací jednotlivých hnojivových variant včetně ploch kontrolních (seznam výzkumných ploch a jejich variant je uveden v tabulce 1.2, str. 4; seznam vykonaných terénních prací viz tabulka 3.2, str.5, 6). Na všech výzkumných plochách bylo měření prováděno u všech jedinců, tzn. na každé parcele bylo změřeno zpravidla 60 sazenic, na 1 výzkumné ploše s 5 parcelami bylo tedy zpravidla celkem změřeno 300 sazenic smrku ztepilého (přesné počty stromků na jednotlivých výzkumných plochách jsou uvedeny v tabulce 3.2, strana 6).

### Statistické vyhodnocení

Statistické šetření bylo provedeno v programu Statistica Cz. Normalita dat byla analyzována prostřednictvím Shapiro - Wilksova testu, homogenita rozptylů byla testována pomocí Bartlettova testu. Pokud byly splněny podmínky pro použití, byla využita k vyhodnocení vlivu hnojiv na délku vrcholkových prýtů parametrická analýza rozptylu (1-Fa Anova) s následným vícenásobným porovnáním (Fisherův LSD-test). Vzhledem k tomu, že v převážné většině případů podmínky pro použití parametrických testů splněny nebyly, byla u těchto datových souborů využita k vyhodnocení Kruskal – Wallisova Anova, rozdíly mezi jednotlivými variantami byly vyhodnocovány pomocí vícenásobného porovnání. Veškeré hypotézy byly ověřovány při hladině významnosti  $p = 0,05$ .

## 2.5 Přehled zkratk hnojiv použitých při statistickém vyhodnocení

Přehled zkratk hnojivových látek použitých v **grafickém zobrazení** statistického vyhodnocení:

Silv.F = Silvamix Forte

Silv.R = Silvamix R (dříve označováno jako Silvamix J - na Kralickém Sněžníku)

S.R.+ stim., (S.R.+ st.) = Silvamix R + stimulátor

váp. dol. = vápnitý dolomit

enzym = Vermaktiv stimul

K = kontrola

$K_{\min}$  = sadba do minerální zeminy (plochy na Kralickém Sněžníku)

Stromf. = Stromfolixyl (jedná se o hnojivo, které je v současné době označováno jako

Silvamix R + stimulátor)

## 2.6. Metodika půdních fyzikálních analýz

Stanovení půdních fyzikálních vlastností bylo omezeno na charakteristiky stanovitelné z fyzikálních válečků o standardizovaném objemu  $100 \text{ cm}^3$  (Rejšek 1999). Stanovena byla objemová hmotnost ( $\rho_d$ ), měrná hmotnost ( $\rho_s$ ), pórovitost (p), maximální kapilární kapacita ( $\Theta_{MKK}$ ), retenční vodní kapacita ( $\Theta_{RVK}$ ) a minimální vzdušná kapacita ( $A_{\min=p}-\Theta_{MKK}$ ) a lentokapilární bod.

Půdní vzorky byly odebírány pouze na výzkumných plochách, kde jsou umístěny meteorologické klimastanice (Furmanka, Vřesovské sedlo, Ostražná, Kralický Sněžník - plocha 1, Kralický sněžník - plocha 2). Odběry byly soustředěny do bezprostřední blízkosti klimatických stanic, a to do 2 půdních hloubek: 8 cm a 20 cm. Tyto hloubky korespondují s umístěním čidel klimastanic, které měří půdní vlhkost. Z každé hloubky bylo na 1 výzkumné ploše odebráno 9 vzorků, celkem tedy bylo na každé výzkumné ploše odebráno 18 vzorků. Cílem analýzy fyzikálních vlastností bylo především získání přehledu o vododržnosti půdy na dané výzkumné ploše, důležitým bylo také určení bodu vadnutí lentokapilárního bodu. Pomocí těchto hydrolimitů byl pak vyhodnocován datový soubor půdní vlhkosti a bylo zjišťováno, zda a jak často jsou na dané ploše sazenice ohrožovány suchem (pokles půdní vlhkosti pod lentokapilární bod, bod vadnutí).

Objemová hmotnost redukovaná se standardně stanovuje z fyzikálních válečků s objemem  $100 \text{ cm}^3$ , případně  $50 \text{ cm}^3$  odebraných v rámci terénního šetření, jejich následným vysušením do konstantní hmotnosti a přepočtením na daný objem válečku.

Stanovení okamžité vlhkosti se provádí z rozdílu okamžité hmotnosti fyzikálního válečku a hmotnosti sušiny po vysušení do konstantní hmotnosti při  $105 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Maximální kapilární kapacita se stanovuje z fyzikálních válečků o objemu 100 cm<sup>3</sup>, ve kterých se nachází neporušený půdní vzorek. Vzorek je sycen vodou po dobu 24 hodin a následně odsáván pomocí filtračního papíru po dobu 2 hodin.

Stanovení měrné hmotnosti se provádí pyknometricky a to vytěsněním povahením nejprve plynné a následně vysoušením kapalné fáze půdy.

Stanovení pórovitosti a minimální vzdušné kapacity se provádí výpočtem na základě měrné hmotnosti, objemové hmotnosti redukované a maximální kapilární kapacity.



Fyzikální váleček s kvalitně odebraným půdním vzorkem

## 2.7 Metodika sledování meteorologických charakteristik na vybraných výzkumných plochách

Významným doplňkem celé databáze jsou kontinuálně stanovená klimadata, která umožňují v konečné fázi projektu objektivní vyhodnocení získaných výsledků, prezentovaných formou závěrečných výstupů, případně dílčí směrnice hospodaření. Klimastanice již byla nainstalována v měsíci říjnu roku 2008 na monitorovací ploše



klimastanice - Vřesovské sedlo

„Furmanka“ (LS Loučná nad Desnou, 102 D/1). V roce 2009 byly instalovány další 3 klimastanice na lokalitách „Ostražná“ (LS Janovice), „Vřesovské sedlo“ a „Slezská Harta“. Všechny 3 stanice jsou napojeny na internetovou síť a aktuální průběh meteorologických podmínek zde lze průběžně sledovat. V současné době zde probíhá kontinuální měření čidly se zaměřením na teplotu a relativní vlhkost vzduchu, dále je zde měřena půdní teplota a vlhkost ve dvou stanovených hloubkách (8 a 20 cm) a také množství atmosferických srážek. Zpracování klimatické databáze je provedeno grafickou formou. Jedná se o vyhodnocení mikroklimatických podmínek, které mohou mít vedle ostatních faktorů velký vliv na stav a vývoj kultur, zvláště na začátku vegetačního období.



### 3. Doporučení pro provozní praxi

PLO (přírodní lesní oblast) č. 27 – Hrubý Jeseník má celkovou plochu 68.880 ha, z toho porostní plochu tvoří 54.619 ha (lesnatost cca 80 %). V rámci této PLO zaujímají lesní porosty v zónách 7. – 8. LVS celkem 17. 695 ha, tedy 32,3 % z lesnatosti PLO 27. PLO č. 28 – Předhoří Hrubého Jeseníku má celkovou plochu 168.187 ha, z toho porostní plochu tvoří 83.858 ha (lesnatost cca 50 %). V rámci této PLO zaujímají lesní porosty v zónách 7-8. LVS pouze 233,2 ha, tedy 0,3% z lesnatosti.

- *Poznámka ke zpracování této kapitoly: Pro zóny 7.-8. LVS v rámci výše uvedených PLO byl na základě podrobného šetření v rámci tohoto projektu navržena hospodářská opatření, která směřují k podpoře a revitalizaci lesních porostů ve stadiu nezajištěných kultur. Hospodářská opatření jsou diferencována na základě typologických podmínek, jsou tedy navržena vždy pro tzv. skupiny SLT, které byly vytvořeny na základě příbuzných přírodních podmínek. Text následující statě je rozdělen do jednotlivých kapitol, které se vztahují k jednotlivým skupinám SLT. V první subkapitole s názvem „Reprezentativní výzkumné plochy a jejich komplexní hodnocení za celé období šetření“ nejdeme celkové vyhodnocení poznatků získaných na jednotlivých výzkumných plochách. Jde o shrnutí výsledků, které jsou blíže rozpracovány v kapitolách 4-6. V další subkapitole s názvem „Doporučení pro provozní praxi – syntéza na základě získaných poznatků“ pak najdeme vlastní návrhy hospodářských opatření pro jednotlivé skupiny SLT, (které vznikly na základě syntézy poznatků získaných na výzkumných plochách). Na konci této kapitoly najdeme finální tabulku, která je určena pro použití v provozních podmínkách. Jedná se o stručné shrnutí předcházejících kapitol.*
- *Vysvětlení zkratk použitých v následujícím textu: pH/H<sub>2</sub>O - půdní reakce aktivní, pH/KCl - půdní reakce potenciální výměnná, C<sub>ox</sub> - oxidovatelný uhlík, Nt - celkový dusík, KVK - kationová výměnná kapacita, P - fosfor, K - draslík, Ca - vápník, Mg - hořčík, H - hydrolytická acidita, Al - volný hliník*

## **11.1 SLT 7.K (4.292 ha), 8K (1.608 ha), 7S (4.365 ha) a 8S (738 ha) – 11.003 ha**

### **11.1.1. Reprezentativní výzkumné plochy a jejich komplexní hodnocení za celé období šetření**

#### **JELENÍ PALOUK (SLT 8K)**

##### **1) Hlavní rysy na kontrolní parcele**

- půdní prostředí: silně kyselá půda s velmi vysokým obsahem C<sub>ox</sub> (humusové půdy) a N<sub>t</sub>, obsah P je velmi nízký, obsah Al se přibližuje toxickému limitu (938 mg/kg)
- výživa: luxusní výživa N, obsah P nad optimem, Mg a Ca ve 3. roce od aplikace na spodním optimu
- přírůsty: kultura intenzivně odrůstá

##### **2) Vliv aplikovaných hnojiv**

###### *Silvamix Mg*

- půdní prostředí: významné zvýšení půdní reakce (pH/KCl), významné zvýšení P, K, Ca, významné snížení Al, mírné snížení H, mírné zvýšení Mg, mírné snížení C/N
- výživa: významné zvýšení P, zřetelné zvýšení Mg, mírné zvýšení K
- přírůsty: významně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**

###### *Silvamix R*

- půdní prostředí: významné zvýšení půdní reakce (pH/KCl), významné zvýšení N<sub>t</sub>, P, K, Ca; významné snížení Al, mírné snížení H a C/N, mírné zvýšení Mg
- výživa: významně vyšší koncentrace N, Mg
- přírůsty: na úrovni kontrolní plochy
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**, pro stimulaci draselné výživy

###### *vápnitý dolomit*

- půdní prostředí: významné zvýšení N<sub>t</sub>, K, Ca, Mg; mírné snížení KVK, mírné snížení C/N
- výživa: významné zvýšení Mg, Ca; mírné zvýšení N, lehké zvýšení P,
- přírůsty: statisticky významně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**, nebezpečí úbytku C- látek a negativního vlivu na dynamiku dusíku

## FURMANKA (SLT 8K)

### 1) Hlavní rysy na kontrolní parcele

- půdní prostředí: silně kyselá půda s velmi vysokým obsahem  $C_{ox}$  (humusové půdy) a  $N_t$ , vysoká KVK, obsah P velmi nízký, obsah Ca velmi vysoký, Mg středně vysoký až vysoký
- výživa: P se ve 3. roce od aplikace přibližuje karenčnímu limitu, Mg na spodní hranici optima
- přírůsty: kultura intenzivně odrůstá

### 2) Vliv aplikovaných hnojiv

#### *Silvamix Mg*

- půdní prostředí: významné snížení půdní reakce (pH/KCl), významně vyšší  $C_{ox}$ ,  $N_t$  (ve 3. roce klesá) a KVK; významně vyšší H
- výživa: významně vyšší N, mírný nárůst P
- přírůsty: na úrovni kontroly
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**

#### *Silv. R*

- půdní prostředí: významné zvýšení Al a K, mírné snížení C/N, mírné zvýšení Mg
- výživa: významné zvýšení K, mírné zvýšení P, Mg, lehké zvýšení N
- přírůsty: významně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**

#### *Stromfolixyl*

- půdní prostředí: významně vyšší KVK, Al, H, K; mírné zvýšení  $C_{ox}$
- výživa: mírné zvýšení P, lehké zvýšení N
- přírůsty: na úrovni kontroly
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**

#### *Silvamix R+stimulátor*

- půdní prostředí: významné zvýšení hodnoty půdní reakce (pH/ $H_2O$ ), významné zvýšení K, Mg; významně nižší KVK, mírné zvýšení pH/KCl, Ca, P a  $C_{ox}$
- výživa: významně vyšší výživa K, mírně vyšší výživa P, Mg, Ca; lehký nárůst N
- přírůsty: významně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**

#### *vápnitý dolomit*

- půdní prostředí: významné zvýšení Mg, Ca; významné snížení Al, mírné snížení C/N
- výživa: významné zvýšení Ca, Mg; mírné zvýšení N
- přírůsty: významně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ne** - nebezpečí úbytku C-látek, i přes uspokojivé výsledky na této ploše je třeba upřednostnit hnojiva řady Silvamix se stimulací draselné výživy

## KRÁLICKÝ SNĚŽNÍK - PLOCHA 1 (SLT 8K)

### 1) Hlavní rysy na kontrolní parcele

- půdní prostředí: silně kyselá, velmi vysoký obsah  $C_{ox}$  (humusové půdy), velmi vysoký obsah  $N_t$ ; vysoká KVK; P, K, Ca, Mg v optimu
- přírůsty: kultura odrůstá, ale ne příliš intenzivně
- výživa: N luxusní; Ca, K - optimum; Mg rizikově nízký, P na spodní hranici optima

### 2) Vliv aplikovaných hnojiv

#### *Silvamix Forte*

- půdní prostředí: lehké zvýšení půdní reakce
- výživa: navýšení N, P
- přírůst: v prvních 2 letech významné navýšení přírůstu vůči kontrole, poté již na úrovni plochy kontrolní
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**, spíše upřednostnit hnojiva s výraznějším vlivem

#### *Silvamix R*

- půdní prostředí - navýšení:  $N_t$ , KVK, P, K, Mg, H; snížení Al,
- výživa: navýšení Mg, P
- přírůst: v prvních 3 letech významně vyšší vůči kontrole, poté již na úrovni plochy kontrolní
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**

#### *Stromfolixyl*

- půdní prostředí – navýšení:  $C_{ox}$ , H, KVK,  $N_t$ , P
- výživa: navýšení N
- přírůst: v prvních 2 letech významné navýšení přírůstu vůči kontrole, poté již na úrovni plochy kontrolní
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**

#### *Vápnitý dolomit*

- půdní prostředí: úbytek  $C_{ox}$  a  $N_t$
- výživa: navýšení: Ca, Mg
- přírůst: v prvních 3 letech od aplikace a v 5. roce od aplikace významné navýšení vůči kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**, riziko negativního vlivu na dynamiku N a úbytku C-látek

## KRÁLICKÝ SNĚŽNÍK - PLOCHA 3 (SLT 8K)

### 1) Hlavní rysy na kontrolní parcele

- půdní prostředí: silně až extrémně kyselá, s dobrým obsahem  $C_{ox}$  (humózní půdy), KVK – nižší střední úroveň; P, Ca, Mg v optimu; K pod spodní hranicí optima
- výživa: N v optimu, Ca, Mg, K v optimu, P - rizikově nízká
- přírůsty: kultura uspokojivě odrůstá

### 2) Vliv aplikovaných hnojiv

#### *Silvamix Forte*

- půdní prostředí: navýšení P, Mg; mírné snížení Ca; snížení Al
- výživa: navýšení N, P
- přírůst: po celé období významně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**

#### *Silvamix R*

- půdní prostředí: navýšení P, K, Mg; mírné snížení Ca; snížení Al
- výživa: navýšení P, mírné navýšení K
- přírůst: po celé období významně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**, nejvhodnější hnojivo pro tuto plochu

#### *Stromfolixyl*

- půdní prostředí: vyšší  $C_{ox}$  a  $N_t$ , navyšuje K, Ca; snížení Al
- výživa: navýšení N
- přírůst: po celé období významně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**

#### *Vápnitý dolomit*

- půdní prostředí: mírně vyšší pH/KCl, navyšuje Ca, Mg; snížení Al
- výživa: navýšení N, Ca
- přírůst: mírně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**, je třeba upřednostnit hnojiva s výraznějším vlivem na půdu, přírůst i výživu

## 11.1.2 Doporučení pro provozní praxi – syntéza na základě získaných poznatků

### **SLT 7.K (4.292 ha), 8K (1.608 ha), 7S (4.365 ha) a 8S (738 ha) – 11.003 ha**

- **stanovištní podmínky:** stanoviště jsou definována typickou sekvencí a hloubkou horizontů podzolů modálních s mormoderovou, morovou až mírně zrašelinělou formou humusu. Profily jsou texturně lehčího charakteru a bez výraznějších příměsí skeletu. Ekologicky nejméně riziková stanoviště z aspektu sorpce živin a využitelné půdní vody. Netvoří se stanoviště ovlivněná vodou.
- **doporučená opatření:** Plochy při zalesňování není třeba v rámci půdního prostředí upravovat ani dotovat hnojivými látkami. Při dodržení technologie jamkové výsadby s objemovým poměrem humus: minerál, 2-3:1 jsou další opatření bezpředmětná. Draslík jako významný makrobioelement ekosystémových jednotek horských poloh, který významně stimuluje odolnost dřevin ve vztahu ke klimatickým excesům a iniciuje rozvoj kořenového systému a navyšováním prýtočných přírůstků se na tomto parametru významně podílí. Pro nadstandardní zajištění kultur je možné aplikovat 60 – 80 g hnojiva Silvamix R v jemně granulované formě. Z hlediska poškozování ploch okusem, případně lokálně a ojediněle se objevujícími abiotickými i biotickými excesy lze využít fytohormonální přípravky Vermaktiv Stimul les v poměru míchání 1:100 se spotřebou 1-2 l·ha<sup>-1</sup>

### **11.2 SLT 7. N (2.465 ha), 8.N (2.057 ha), 7.Z (203 ha), 8.Z (2.057 ha), 7.F (46 ha), – 6.828 ha**

#### 11.2.1 Reprezentativní výzkumné plochy a jejich komplexní hodnocení za celé období šetření

##### **OSTRAŽNÁ (SLT 8N)**

###### 1) Hlavní rysy na kontrolní parcele

- půdní prostředí: silně kyselá až extrémně kyselá půda s vysokým obsahem C<sub>ox</sub> (humusové půdy), s tím související velmi vysoký Nt a vysoká KVK; obsah P extrémně nízký, obsah Ca velmi nízký, obsah K nízký
- výživa: K pod hranicí optima, Ca v 1. roce po aplikaci pod hranicí optima
- přírůsty: kultura odrůstá s nízkou intenzitou

## 2) Vliv aplikovaných hnojiv

### *Silvamix F*

- půdní prostředí: výrazné zvýšení P, K; dále významné zvýšení Mg, Ca; významné snížení Al a H; mírné snížení acidity (pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl)
- výživa: zvýšení foliární koncentrace N, P, K, Ca; významný pokles Mg
- přírůsty: nebyl pozorován vliv hnojiva na tento parametr
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**, pro zvýšení K, Ca výživy, které jsou zde v riziku

### *Silvamix R*

- půdní prostředí: výrazné zvýšení K, významně zvyšuje P, významný pokles KVK a Al; mírné zvýšení C/N a Mg obsahu.
- výživa: významné zvýšení foliární koncentrace N, P, K; významný pokles Mg, avšak obsah stále dostatečný
- přírůsty: na úrovni kontroly
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**, zlepšení draselné výživy - odolnost vůči klimatickým stresům

### *Silvamix R + stimulátor*

- půdní prostředí: významný nárůst P, K; významné snížení Al, mírné snížení H, mírné zvýšení Mg
- výživa: významné zvýšení N, P, K, Ca
- přírůsty: na úrovni kontroly
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**, efektivně zvyšuje draselnou výživu

### *Vápnitý dolomit*

- půdní prostředí: významné zvýšení Ca, snížení Al, mírné snížení H, mírné snížení půdní acidity (pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl)
- výživa: významné zvýšení N, P, K, Ca
- přírůsty: na úrovni kontroly
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**, riziko nadměrné mineralizace a negativní ovlivnění N dynamiky v půdním prostředí

### *Enzym*

- půdní prostředí: významné snížení Al, mírné snížení H
- výživa: významné zvýšení N, P, K, Ca
- přírůsty: na úrovni kontroly
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**

## NA ZVUKU (SLT 6N - 7N)

### 1) Hlavní rysy na kontrolní parcele

- půdní prostředí : jedná se o extrémně kyselou lesní půdu s velmi vysokým obsahem  $C_{ox}$ , a s tím související velmi vysoký obsah  $N_t$  a vysoká KVK, obsah P je extrémně nízký, obsah K je velmi nízký, obsah Ca velmi nízký až nízký, obsah volného Al překračuje toxický limit 1000 mg/kg,
- výživa: výživa N je luxusní, foliární koncentrace ostatních makrobioelementů se pohybují v optimu, pouze u P se obsah ve druhém roce od aplikace přibližuje ke karenčním hodnotám.
- přírůsty: kultury odrůstají, ale ne příliš intenzivně

### 2) Vliv aplikovaných hnojiv

#### *Silvamix Mg*

- půdní prostředí: na parcele s tímto hnojivem byla zjištěna významně nižší acidita než na parcele kontrolní, pravděpodobně ale způsobena nižším obsahem  $C_{ox}$ , který se i tak pohybuje na úrovni rašelin, s tím souvisí i významně nižší obsah  $N_t$  (stále velmi vysoký), mírně vyšší obsah Mg
- výživa: mírně vyšší foliární koncentrace P
- přírůsty: mírně vyšší než na kontrole (ne statisticky významně)
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**

#### *Silvamix R + stimulátor*

- půdní prostředí: významné zvýšení obsahu K, Mg; významné zvýšení KVK, významné snížení Al, mírné zvýšení  $N_t$
- výživa: významné zvýšení foliární koncentrace K
- přírůsty: vliv hnojiva na výškový přírůst nebyl zjištěn
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**, vhodné pro navýšení K výživy

## BŘIDLIČNÁ (SLT 8 N - 8Z)

### 1)Hlavní rysy prostředí na kontrolní parcele:

- půdní prostředí: jedná se o extrémně silně kyselou lesní půdu s velmi vysokým obsahem humusových látek a s tím související vysokou KVK a obsah  $N_t$ ; obsah hlavních živin leží v optimu, pouze obsah P je velmi nízký, K - nízký,
- výživa: výživa dusíkem je zde na úrovni luxusních koncentrací, P klesá v 1. roce šeeení pod hranici karenčního limitu, výživa ostatními makrobioelementy leží v optimu
- přírůsty: kultury na této lokalitě odrůstají poměrně uspokojivě

### 2) Vliv aplikovaných hnojiv

#### *Silvamix R + stimulátor*



- půdní prostředí: významné zvýšení půdní reakce (pH/KCl, pH/H<sub>2</sub>O), významné zvýšení obsahu celé řady živin: P, K, Mg; významné snížení obsahu Al, mírné snížení poměru C/N, velmi mírné snížení H, mírné zvýšení KVK
- výživa: zvýšení obsahu celé řady hlavních makrobioelementů: N, P, K, Mg
- přírůsty: na parcele ošetřené tímto hnojivem jsou vrcholové prýty významně vyšší než na kontrole
- využití hnojiva: **Ano**, v těchto podmínkách je velmi oprávněné, byl zde zjištěn výrazný pozitivní vliv na půdní prostředí, i odrůstání ošetřených sazenic

## Králický Sněžník - plocha 2 (SLT 8N)

### 1) Hlavní rysy na kontrolní parcele

- přírůsty: kultura odrůstá, ale ne příliš intenzivně
- výživa: N na spodní hranici optima; Ca, Mg v optimu; K, P - rizikově nízká
- půdní prostředí: silně až extrémně kyselé, velmi vysoký obsah C<sub>ox</sub>, N<sub>t</sub> - nízký až středně vysoký; K v optimu

### 2) Vliv aplikovaných hnojiv

#### *Silvamix Forte*

- půdní prostředí: navýšení P, Mg; úbytek Ca, navýšení Al (přesto nedosahuje rizikových limitů),
- výživa: navýšení N, P
- přírůst: po celé období významně vyšší vůči kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**

#### *Silvamix R*

- půdní prostředí: úbytek N<sub>t</sub>, Ca; navýšení P, K, Mg; snížení Al
- výživa: navýšení - N, P, K, Mg
- přírůst: po celé období významně vyšší vůči kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**, nevhodnější hnojivo pro tuto plochu

#### *Stromfolixyl*

- půdní prostředí: navýšení P; snížení Al
- výživa: navýšení N
- přírůst: na úrovni kontroly
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**

#### *Vápnitý dolomit*

- půdní prostředí: navýšení pH/KCl, navýšení P, Mg, Ca; úbytek C<sub>ox</sub>, N<sub>t</sub>; snížení H, Al
- výživa: navýšení Ca, Mg
- přírůst: na úrovni kontroly
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**, negativní vliv na dynamiku C<sub>ox</sub> a N<sub>t</sub>, bez vlivu na přírůst

## 11.2.2 Doporučení pro provozní praxi – syntéza na základě získaných poznatků

**SLT 7.N (2.465 ha), 8.N (2.057 ha), 7.Z (203 ha), 8.Z (2.057 ha), 7.F (46 ha), – 6.828 ha**

- **stanovištní podmínky:** Stanoviště, která se oproti předchozí kategorii 7 - 8 K liší vysokým obsahem půdního skeletu, půdním typem jsou zde podzoly psefitických a rankerových subtypů. skelet je zde významným ekologickým faktorem a může vytvářet rizikové stresory z aspektu vodního režimu půdy a bilanční zásoby živin. Obsah humusu v půdním prostředí kořenového balu podsadeb a kultur je podobný jako na ostatních plochách SLT 7.-8.K a je rozhodujícím optimalizačním faktorem sorpčních a hydrických poměrů v půdě.
- **doporučená opatření:** Stanoviště prohumózněných rankerů, která jsou ve vyšších polohách 7.-8. LVS dostatečně saturována srážkovým úhrnem, jsou plochy s rizikovým faktorem introskeletové eroze. Nutná obnova pod porostní clonou. Obohacení půdy draslíkem je v tomto případě významné a efektivní. Jednoduchá aplikace fytohormonálních přípravků může být opodstatněná a pro úměrnou revitalizaci dostačující.

Technologický postup při zalesňování, kdy aplikujeme do jamky směs humus : minerál, 2-3:1 je na těchto stanovištích opodstatněná. Při dodržení technologie jamkové výsadby s objemovým poměrem jsou další opatření efektivní.

V 8. LVS se přírůst na skeletnatých a humusem bohatých stanovištích v důsledku aplikace hnojiva Silvamix R+stimulátor navyšuje. Stimulační přípravky fytohormonálního charakteru (Vermaktiv Stimul les) mohou mít při případné revitalizaci také svůj významný přínos.

Optimální aplikace hnojiva v množství 5 tablet á 10g na sazenici (50 g) lze navýšit u starších kultur a podsadeb až na 80g hnojiva. Efektivnější a rychle působící je opatření kdy využijeme uvedené hnojivo v jemně granulované formě s bodovou aplikací k sazenici.

### **11.3 SLT 7.R (209 ha), 8.R (65 ha) – 274 ha**

#### **11.3.1 Reprezentativní výzkumné plochy a jejich komplexní hodnocení za celé období šetření**

##### **JEZERNÁ (SLT 7R - 8 R)**

###### **1) Hlavní rysy na kontrolní parcele**

- půdní prostředí: jedná se o silně kyselou lesní půdu s velmi vysokým obsahem humusových látek, s tím související vysoký obsah  $N_t$  a vysokou KVK. Obsah P je zde velmi nízký, obsah K je zde nízký, avšak dostatečný, obsah ostatních živin zde leží v optimu.
- výživa: výživa N je zde luxusní, výživa P a K poklesla v 1. roce šetření pod hranici optima, výživa ostatními prvky (Mg, Ca) je zde optimální
- přírůsty: kultura odrůstá velmi pomalu, přírůst zde stagnuje

###### **2) Vliv aplikovaných hnojiv**

###### *Silvamix Mg*

- půdní prostředí - nárůst Mg, mírné zvýšení KVK, mírné snížení poměru C/N
- výživa - vliv tohoto hnojiva na foliární koncentraci makrobioelementů zde nebyl patrný
- přírůsty - vliv tohoto hnojiva na přírůst vrcholového prýtu zde nebal patrný
- vhodnost využití hnojiva: využití tohoto hnojiva v daných podmínkách má význam pouze při záhrobcové výsadbě a eliminaci vlivu vysoké hladiny spodní vody

###### *Silvamix R + stimulátor*

- půdní prostředí: významné zvýšení pH/KCl a pH/H<sub>2</sub>O, mírné snížení obsahu Al a lehké zvýšení Mg
- výživa: významné zvýšení foliární koncentrace K, Ca, Mg; mírné zvýšení N a P
- přírůsty: vliv tohoto hnojiva na přírůst vrcholového prýtu nebyl pozorován
- využití hnojiva: v daných podmínkách má hnojivo význam pro zlepšení výživy hlavními makrobioelementy, avšak pouze za předpokladu eliminace vlivu vysoké hladiny podzemní vody, předpoklad i urychlení růstu ošetřených sazenic

### 11.3.2 Doporučení pro provozní praxi – syntéza na základě získaných poznatků

#### SLT 7.R (209 ha), 8.R (65 ha) – 274 ha

- **stanovištní podmínky:** Hydrické poměry na těchto stanovištích jsou extrémní a mohou vést k výraznému zhoršení fyzikálních poměrů půdy, zejména z aspektu některých hydrolimitů. Jsou to stanoviště definované půdně taxonomickou jednotkou organozemí, případně histickými podzoly s periodicky stagnující podzemní vodou. Rozhodující úlohu, v rámci abiotických stresorů, zde hraje půdní voda. Její vlhkostně optimalizační schopnost v nenarušených ekosystémech ztrácí při jejich rozpadu svoji funkci přirozené vlhkosti a dostává se do stresové pozice edatopu silně podmáčených půd. Výrazně se snižuje fyziologická hloubka půdy a zhoršují se možnosti obnovy porostů budoucí generace. Hlavním stresorem zůstává vysoko položená hladina podzemní vody ovlivněná nejen geomorfologickým uspořádáním sedlového útvaru plochy, ale i výrazně rozvolněným hlavním porostem, který při postupném odumírání ztrácí i charakter plošně fungujícího hydrického čerpadla. Možnosti zalesňování takovýchto ploch jsou omezené a na holinách směřuje pouze na staré tlející dřevo, které by mělo korespondovat s 20-25 % plošným pokrytím. Na stanovištích edafických kategorií R se v současné době objevuje tlející dřevo pouze bodově cca na 3-10 % plochy.
- **doporučená opatření:** Velmi silně rozvolněné porosty, případně holiny na výše uvedených plochách nelze zalesňovat jamkovým způsobem výsadby. Dochází k „utopení“ sazenic a velmi vysoké mortalitě. Vytvoření tzv. bodové záhrobcové výsadby pro dvě sazenice s drenážní rýhou před vlastním tělesem záhrobcového útvaru (proti svahu) bude základní opatření, které v kontinuitě s dalším opatřením souvisejícím s aplikací různého druhu přípravků vytvoří optimalizační technologii vlastní revitalizace. Bodově záhrobcová příprava půdy se z důvodu postupného hutnění a optimalizace fyzikálních parametrů provede 1 - 2 roky před zalesněním. V rámci technologie bude důležitým revitalizačním prvkem nejen zajištění eliminace vlivů vysoko položené hladiny podzemní vody, ale i způsob a technologie výsadby do simulovaných stupňů vyvýšeného tlejícího dřeva, které je nutno na těchto plochách bezzbytku využít. Pro zajištění optimálního rozvoje kořenové biomasy, zejména jemných kořenů a pro optimalizaci vodního režimu v rostlině (sazenici) je nutné aplikovat jednoduchou technologií jemně granulované hnojivo Silvamix R se stimulátory (18 % K). Pro posílení vitality v počátku vývoje kultury aplikace růstových stimulátorů Vermaktiv Stimul les v koncentraci 1:100 v dávce cca 60-80 ml roztoku na sazenici 2x za rok po dobu cca 2 – 3 let.

## **11.4 SLT 7.T (0,3 ha), 7.G (26,3 ha), 7.Q (5,1 ha), 8.T, 8.G, 8 Q (79,3 ha)–111 ha**

### **11.4.1. Reprezentativní výzkumné plochy a jejich komplexní hodnocení za celé období šetření**

#### **VŘESOVSKÉ SEDLO (SLT 8 T – 8 G)**

##### **1) Hlavní rysy na kontrolní parcele:**

- půdní prostředí: silně kyselá lesní půda s vysokým obsahem  $C_{ox}$  (humusové půdy) a  $N_t$ , obsah P a Mg je extrémně nízký, Ca - dostatečný, K - středně vysoký.
- výživa: stav výživy na tomto stanovišti je v důsledku extrémních hydrických podmínek velmi nepříznivý. Výrazně pod hranicí karenčních limitů se nachází N, P, Mg; Ca a K se zde nachází pod hranicí optima a ke karenčním limitům se již přibližují.
- přírůsty: kultura postupně chřádnula po dvou letech od založení došlo k odumření většiny sazenic.

##### **2) Vliv aplikovaných hnojiv**

###### *Silvamix F*

- půdní prostředí: významně zvyšuje půdní reakci (pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl), výrazné zvýšení obsahu P, Mg; významné zvýšení obsahu K, Ca; významné snížení C/N, dále mírné snížení obsahu Al, mírné zvýšení  $N_t$ , mírné zvýšení KVK
- výživa: významné zvýšení foliární koncentrace N, P, K; mírné zvýšení obsahu Mg
- přírůsty: v důsledku extrémních hydrických podmínek nemělo hnojivo na délku vrcholkového přírůstu vliv
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**, pro zlepšení podmínek půdního prostředí a výživy avšak pouze za předpokladu eliminace vlivu vysoké hladiny spodní vody (záhrobcová sadba atd.), poté vysoký předpoklad rychlejšího odrůstání

###### *Silvamix R*

- půdní prostředí: významné zvýšení obsahu těchto živin: P, K, Mg, Ca; dále mírné zvýšení půdní reakce (pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl)
- výživa: významné zvýšení foliárních koncentrací K, P, Mg, N
- přírůsty: v důsledku extrémních hydrických podmínek nemělo hnojivo na délku vrcholkového přírůstu vliv
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**, pro zlepšení podmínek půdního prostředí a výživy avšak pouze za předpokladu eliminace vlivu vysoké hladiny spodní vody (záhrobcová sadba atd.), poté vysoký předpoklad rychlejšího odrůstání

###### *Silvamix R + stimulátor*

- půdní prostředí: významné zvýšení půdní reakce (pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl), výrazné zvýšení obsahu P, významné zvýšení K, Ca, Mg; významné snížení obsahu Al a poměru C/N, mírné zvýšení  $N_t$
- výživa: významné zvýšení foliární koncentrace N a K, významný pokles Ca

- přírůsty: v důsledku extrémních hydrických podmínek nemělo hnojivo na délku vrcholkového přírůstu vliv
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**, pro zlepšení podmínek půdního prostředí a výživy avšak pouze za předpokladu eliminace vlivu vysoké hladiny spodní vody (záhrobcová sadba atd.), poté vysoký předpoklad rychlejšího odrůstání

#### *vápnitý dolomit*

- půdní prostředí: významné zvýšení půdní reakce (pH/H<sub>2</sub>O, pH/KCl), významné zvýšení obsahu Nt, Ca, Mg; významné snížení obsahu Al, významné zvýšení C<sub>ox</sub> (asi dáno spíš variabilitou půdního prostředí), lehké zvýšení KVK.
- výživa: významné zvýšení foliární koncentrace celé řady živin: N, P, K, Mg; mírné, ale zřetelné zvýšení obsahu Ca
- přírůsty: v důsledku extrémních hydrických podmínek nemělo hnojivo na délku vrcholkového přírůstu vliv.
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**, pro zlepšení podmínek půdního prostředí a výživy avšak pouze za předpokladu eliminace vlivu vysoké hladiny spodní vody (záhrobcová sadba atd.), poté vysoký předpoklad rychlejšího odrůstání

#### *enzym*

- půdní prostředí: mírně vyšší obsah C<sub>ox</sub> (zřejmě dáno variabilitou p. prostředí), lehké zvýšení KVK, mírné zvýšení Ca
- výživa: významné zvýšení foliárních koncentrací celé řady živin: N, P, K, Mg
- přírůsty: v důsledku extrémních hydrických podmínek nemělo hnojivo na délku vrcholkového přírůstu vliv
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**, pro zlepšení výživy sazenic, avšak pouze za předpokladu eliminace vlivu vysoké hladiny spodní vody (záhrobcová sadba atd.), poté vysoký předpoklad rychlejšího odrůstání

### 11.4.2. Doporučení pro provozní praxi – syntéza na základě získaných poznatků

#### SLT 7.T (0,3 ha), 7.G (26,3 ha), 7.Q (5,1 ha), 8.T, 8.G, 8 Q (79,3 ha)– 111 ha

- **stanovištní podmínky:** Při přirozeném, případně náhodném, nebo úmyslném odstranění porostního krytu na edafických kategoriích R i T dochází k výraznému riziku posunu hladiny podzemní vody k povrchovým horizontům a tak k ohrožení potřebné fyziologické hloubky pro kořenový systém porostů následné generace. Plné nasycení se v hloubce 15-20 cm objevuje převážnou část roku a při běžném způsobu výsadby velice negativně ovlivňuje fyziologickou hloubku půdy. Dochází k deficienci kyslíku v rhizosféře a postupnému celoplošnému chřadnutí a odumírání kultur. Běžným způsobem (jamková sadba) založené kultury zde velmi rychle chřadnou a dochází k "utopení" kořenového systému. Půdně taxonomická jednotka oglejeného typu a silně zrašelinělé humusové formy doplňuje mozaiku extrémního stanoviště, které někteří autoři řadí zejména v hřebenových polohách do SLT 8Z.
- **doporučená opatření:** Důležitým revitalizačním prvkem zde bude nejen zajištění eliminace vlivů vysoko položené hladiny podzemní vody, ale i způsob a technologie výsadby do simulovaných prvků vyvýšeného tlejícího dřeva. Vytvoření tzv.bodové záhrobcové výsadby s drenážní rýhou před vlastním tělesem záhrobcového útvaru (ve svahu) bude základní opatření, které v kontinuitě s dalším opatřením souvisejícím s aplikací různého druhu přípravků vytvoří optimalizační technologii vlastní revitalizace. Bodová příprava záhrobců v kontinuální podobě bagrové přípravy s expozicí 1 roku bude základním předpokladem pro úspěšné zalesňování stanoviště. Po 1 letém přirozeném hutnění (sníh, voda) je nutné zalesňovat jamkovým způsobem se zohledněním organominerální směsi 2-3:1 (humus : minerál) z místních zdrojů. Pro nastartování růstu a pro překonání šoku po výsadbě aplikovat 80 g jemně granulované směsi Silvamix R+stimulátor a v dalším období cca 2 – 3 roky po výsadbě aplikace růstových látek ve formě postřiku Vermaktiv Stimul les v poměru ředění 1 :100. Aplikace dřevní hmoty ze stávajících porostů navazujících oddělení a nacházejících se na plochách inklinující např. k SLT 8K a 8N bude pro revitalizaci významně hydricky ovlivněných stanovišť základním opatřením pro budoucí procesy obnovy lesa dalších generací. Množství aplikované hmoty odpovídá 20-30 % zásoby, tzn. cca 80-120 m<sup>-3</sup> na 1ha. Mělo by korespondovat s cca 20 % pokrytí celkové plochy porostu v pravidelném rozložení.

## 11.5 Specifické plochy horských rekultivací

### 11.5.1. Reprezentativní výzkumné plochy a jejich komplexní hodnocení za celé období šetření

#### DLOUHÉ STRÁNĚ (REKULTIVACE)

##### 1) Hlavní rysy na kontrolní parcele

- půdní prostředí: půda na rekultivované ploše, ve srovnání s lesní půdou vzniklou in situ se liší nízkým obsahem  $C_{ox}$  a  $N_t$  a pro smrk ztepilý až nepřírozně vysokou hodnotou půdní reakce (mírně kyselá); obsah P je velmi nízký, obsah K středně vysoký až vysoký (proto zde draselná hnojiva pravděpodobně neměla výrazný vliv na K - výživu), obsah Ca a Mg je extrémně vysoký.
- výživa: u většiny živin (N, P, K, Ca) leží v optimu, pouze Mg – výživa se pohybovala v 1. roce od aplikace na karencních hodnotách, ve 2. a 3. roce od aplikace se udržuje na spodní hranici optima
- přírůsty: kultura odrůstá, ale ne příliš intenzivně

##### 2) Vliv aplikovaných hnojiv

###### *Silvamix Mg*

- půdní prostředí: významné zakyselení (pH/ $H_2O$ , pH/KCl) (ale ve 3. roce se dostává na úroveň kontroly), významný pokles K, Ca, Mg; významné zvýšení Al, mírné zvýšení KVK, mírný nárůst  $N_t$
- výživa: významné zvýšení N, mírné zvýšení Mg, lehce zvýšení P
- přírůsty: statisticky významně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**

###### *Silvamix R*

- půdní prostředí: významný pokles Ca, Mg; mírný nárůst P, lehký pokles K
- výživa: významný nárůst K, lehký nárůst N
- přírůsty: statisticky významně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**

###### *Stromfolixyl*

- půdní prostředí: významné zakyselení (ale ve 3. roce úroveň kontroly), významné zvýšení Al (neblíží se však k rizikovým hodnotám), zřetelný pokles Ca, lehký pokles H, K
- výživa: mírný nárůst K, lehce nárůst P
- přírůsty: statisticky významně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**



#### *Silvamix R + stimulator*

- půdní prostředí: významné zakyselení (ale ve 3. roce po aplikaci se dostává na úroveň K), významné snížení KVK, významné zvýšení P, významný pokles Ca, mírné zvýšení  $C_{ox}$  (na hranici významnosti), s tím související mírný nárůst  $N_t$ ,
- výživa: mírné zvýšení Mg
- přírůsty: statisticky významně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**

#### *vápnitý dolomit*

- půdní prostředí: významné zakyselení (ale ve 3. roce se dostává na úroveň kontroly), významné zvýšení KVK, významný pokles Ca, významné zvýšení Al (ne však na rizikové hodnoty), H navýšení (na hranici statistické významnosti), mírný nárůst  $C_{ox}$  a s tím související nárůst  $N_t$ .
- výživa: mírné zvýšení Mg, lehké zvýšení Ca
- přírůsty: na úrovni kontroly
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**

## SLEZSKÁ HARTA (REKULTIVACE)

### 1) Hlavní rysy na kontrolní parcele

- půdní prostředí: půda na rekultivované ploše, ve srovnání s lesní půdou vzniklou *in situ* se liší velmi nízkým obsahem  $C_{ox}$  a  $N_t$  a pro smrk ztepilý až nepřírozně vysokou hodnotou půdní reakce (mírně kyselá). Obsah P velmi nízký, K středně vysoký, obsah Ca extrémně vysoký, obsah Mg extrémně vysoký (až toxicky), obsah Al extrémně nízký (< 1 mmol/kg).
- výživa: N se nachází pod karečním limitem, ostatní živiny v optimu
- přírůsty: kultura intenzivně přirůstá, výška vrcholového prýtu se odvíjí od množství srážek v daném vegetačním období

### 2) Vliv aplikovaných hnojiv

#### *Silvamix F*

- půdní prostředí: významný nárůst K, mírný vzestup  $C_{ox}$ , mírný pokles H, mírný pokles Mg (ale stále extrémně vysoké množství)
- výživa: významný nárůst N, mírný (zřetelný) nárůst K, lehký nárůst Mg,
- přírůsty: statisticky významně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**

#### *Silvamix R*

- půdní prostředí: výrazný nárůst K, významný nárůst P, mírný vzestup  $C_{ox}$ , mírný pokles H, mírný pokles Mg, Ca (ale stále extrémně vysoké množství obou prvků),
- výživa: významný nárůst N, K, Ca; mírný nárůst P
- přírůsty: na úrovni kontroly
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**, je třeba upřednostnit jiná hnojiva s pozitivnějším vlivem na přírůst

*Silvamix R + stimulátor*

- půdní prostředí: výrazné zvýšení P, K; dále mírný vzestup  $C_{ox}$  a  $N_t$ , mírný nárůst půdní acidity, mírný pokles H, Ca
- výživa: významný nárůst N, K; mírné zvýšení Ca, lehké zvýšení P
- přírůsty: významně vyšší než na kontrole
- vhodnost použití hnojiva: **Ano**

*vápnitý dolomit*

- půdní prostředí: mírný pokles  $C_{ox}$  a  $N_t$ , mírný pokles Mg (ale stále extrémně vysoké množství), lehký nárůst Ca
- výživa: významně vyšší příjem K, Ca, Mg; mírný nárůst P a N
- přírůsty: na úrovni kontroly
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**

*enzym*

- půdní prostředí: - bez vlivu
- výživa: mírný nárůst P a N
- přírůsty: na úrovni kontroly
- vhodnost použití hnojiva: **Ne**

### 11.5.2. Doporučení pro provozní praxi – syntéza na základě získaných poznatků

- **stanovištní podmínky:** Půdně taxonomickou jednotkou jsou zde antropozemě překryté, celé bez výraznějšího prohumóznění. Minerální síla půdy se odvíjí od charakteru a původu navezené zeminy. Bodově vyskytující se plochy lesnických rekultivací ve vyšších polohách jsou specifická stanoviště dotována různými směsnými materiály organominerálního složení. Jsou často výrazně pozměněná i ve srovnání s půdním prostředím intaktních půdně taxonomických jednotek edafických kategorií 7.-8.LVS. Jsou převáděny na lesní ekosystémové jednotky 7.-8.LVS. Obsah humusu v prostředí kořenových balů je od stanoviště přirozeného vývoje výrazně diferencovaný. Liší se zejména obsahem humusu, který kolísá na podstatně nižší úrovni - cca 4,5-8 %. Nízká zásoba humusu ovlivňuje vododržnost půdy a pro mělkokořenicí dřeviny může být vytvářeno stresové prostředí, zejména v letních přísušcích a na svahu J expozice. K celkově velmi nízkému obsahu humusu v půdním prostředí také přispívá negativní faktor absence nadložního humusu. V důsledku nízkého obsahu humusu je zde časté riziko nízkého množství dusíku v půdě, které se projevuje nedostatkem tohoto prvku ve výživě a diskolorací a je jedním z důvodů nízkých přírůstů.
- **doporučená opatření:** Pro eliminaci nepříznivého faktoru nedostatku N ve výživě můžeme přistoupit minerálním hnojením. Toto opatření je však krátkodobé a z krátkodobého vyhodnocení vyplývá jeho neefektivní vliv na celou ekosystémovou jednotku. Silvamix Forte s vyšším obsahem dusíku v tabletě (17,5 % N) působí

krátkodobě a i při deklaraci 7 % málo rozpustného dusíku v tabletě je jeho působení dlouhodobě neefektivní.

Důležitým realizačním prvkem úspěšné revitalizace bude dotace těchto lokalit dostatečným množstvím organických látek v jakékoliv formě materiálu. V nadstandardní poloze i donáškou vyrobených substrátů v objemu cca 10-12 l obohaceného substrátu k sazenici.

V současné době lze obohacení zajistit vnášením hmoty z prořezávek okolních porostů, případně provádět intenzivní prořezávku na šetřeném stanovišti se zaměřením na negativní prvky a s ponecháním hmoty v porostech. Dojde ke snížení konkurence v rámci kořenového systému a následně k optimalizaci dusíkaté výživy.

Hypotéza iniciace kořenového růstu a následně optimalizované výživy při zlepšení růstových podmínek se potvrdila i na těchto specifických plochách rekultivací. Přípravky s fytohormony je možné úspěšně využít i při revitalizaci takto uspořádaných ekosystémových jednotek.

Také vápnitý dolomit má nezvykle vysoký dopad na vývoj a růst kultur s předpokladem navýšené mineralizace v povrchové a podpovrchové hloubce profilu a navýšené produkce minerálního dusíku. Pro C-látky je však tato technologie mírně riziková.

## **11.6 SLT 7.V (536 ha), 8.V (193 ha), 7.O (8 ha), 7.P (115 ha) – 852 ha**

### **11.6.1. Doporučení pro provozní praxi – syntéza na základě získaných poznatků**

- **stanovištní podmínky:** Půdy pseudoglejového charakteru s periodickým provlhčením půdního profilu, zajišťující optimalizaci hydrického režimu i při dlouhotrvajících přísušcích. Půdy převážně středně bohatého charakteru nadstandardně vyhovující cílové dřevině smrku ztepilého i buku lesního.
- **doporučená opatření:** V případě edafické kategorie P (SLT 7.P, 8.P) je obsah živin pro smrk optimální, pro buk možno posílit hnojivem Silvamix R+stimulátor v jemně granulované formě v množství 50 g na sazenici. Jsou to plochy, které v důsledku optimalizace vodního režimu v půdě i trofnostním podmínkám nevyžadují žádná specifická opatření. Při lokálním poškození biotického (okus), nebo abiotického (nízké teploty – mraz) charakteru lze pro rychlou regeneraci jednorázově využít fytohormonální přípravek s aplikací na list v poměru ředění 1 : 100.

## **11.7 SLT 7.M (59 ha), 8.M, 7.Y (287 ha), 8.Y (63 ha) – 409 ha**

### **11.7.1. Doporučení pro provozní praxi – syntéza na základě získaných poznatků**

- **stanovištní podmínky:** Stanoviště rankerů a chudých lehkých půd, která jsou ve vyšších polohách 7.-8. LVS dostatečně saturována srážkovým úhrnem, ale mohou být současně i výrazně vysychavá. Obsah humusu v půdním prostředí je variabilní a od slabé zásoby nadložního surového humusu ( $40t \cdot ha^{-1}$ ) může vytvářet až morové zrašelinělé formy s akutním signifikantním procesem introskeletové eroze. Velmi riziková stanoviště.

- **doporučená opatření:** Technologický postup při zalesňování, kdy aplikujeme do jamky směs humus : minerál, 2-3:1 je na těchto stanovištích opodstatněná a je třeba ho bezpodmínečně dodržovat. Technologii jamkové výsadby s organominerálním objemovým poměrem je doplněna použitím obalované sadby, nejlépe formou RCK. Stimulační přípravky fytohormonálního charakteru doplňují revitalizační proces a využíváme jemně granulovaného hnojiva Silvamix R+stimulátor (80 g k sazenici – možno použít i tableťovanou formu, ale se zapravením do půdy). V návaznosti na jeho působení 2krát za rok i roztok obohacený růstovými stimulatory Vermaktiv Stimul les. Hospodaření na těchto stanovištích je lépe směřovat do podrostního clonného způsobu obnovy, který je jemnější oproti pasečnému hospodaření a zajišťuje příznivější mikroklima extrémního edatopu.

### 11.8. Finální 11.8. Finální tabulka - doporučení pro provozní praxi

Následující tabulka je shrnutím výše uvedených poznatků a je určena přímo pro použití v provozních podmínkách. Jedná se o zestručněný přehled

skupina SLT	půdní prostředí	rizikové faktory při zalesňování	navrhovaná opatření pro podporu lesních kultur
SLT 7.K, 8K, 7S, 8S	podzol modální s mormoderovou až mírně zrašelinělou formou humusu, půdní profil bez výraznější příměsi skeletu	ekologicky nejméně riziková stanoviště z aspektu sorpce živin a půdní vody	- jamková výsadba s objemovým poměrem humus/minerál 2-3/1 <sup>*1</sup> - další opatření zde není potřeba provádět, pro nadstandardní zajištění kultur lze aplikovat hnojivo Silvamix R <sup>*2</sup>
SLT 7. N, 8.N, 7.Z, 8.Z, 7.F	podzoly psefitických až rankerových subtypů, půdní profil s výrazným zastoupením skeletu	skelet může být stresovým faktorem - způsobuje špatnou vododržnost půdy a snižuje se bilanční množství živin v půdě	- obnova pod porostní clonou - jamková výsadba s objemovým poměrem humus/minerál 2-3/1 <sup>*1</sup> - aplikace hnojiva Silvamix R + stimulant <sup>*2</sup> - ošetření přípravkem Vermaktiv stimulant <sup>*3</sup>
SLT 7.R, 8.R	organozemě, případně histické podzoly, půdní profil se stagnující podzemní vodou	vysoko položená hladina spodní vody snižuje fyziologickou hloubku půdy, dochází zde k tzv. „utopení“ kořenového systému sazenic	- obnova pod clonou mateřského porostu - záhrobcová výsadba <sup>*4</sup> - výsadba do simulovaných stupňů vyvýšeného tlejícího dřeva - aplikace hnojiva Silvamix R + stimulant <sup>*2</sup> - ošetření přípravkem Vermaktiv stimulant <sup>*3</sup>
SLT 7.T, 7.G, 7.Q, 8.T, 8.G, 8 Q	půdně taxonomické jednotky oglejeného typu se silně zrašelinělou humusovou formou	při odstranění porostního krytu dochází k výraznému riziku vzestupu hladiny podzemní vody, při běžné výsadbě často dochází k tzv. „utopení“ kořenového systému sazenic	- obnova pod clonou mateřského porostu - záhrobcová výsadba <sup>*4</sup> - výsadba do simulovaných stupňů vyvýšeného tlejícího dřeva - aplikace hnojiva Silvamix R + stimulant <sup>*2</sup> - ošetření přípravkem Vermaktiv stimulant <sup>*3</sup>

navrhovaných opatření pro jednotlivé skupiny SLT.

skupina SLT	půdní prostředí	rizikové faktory při zalesňování	navrhovaná opatření pro podporu lesních kultur
Specifické plochy horských rekultivací	antropozemě překryté	půdní prostředí je vzhledem k okolní krajině často výrazně pozměněné, rizikem je zejména nedostatek humusu, což podmiňuje špatnou vododržnost půdy a nízký obsah dusíku (způsobuje tzv. „žloutnutí“ kultur)	<ul style="list-style-type: none"> <li>pro odstranění nedostatku dusíku v půdě:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- aplikace hnojiva Silvamix Forte<sup>*2</sup></li> <li>- zajištění vyššího množství organických látek v půdě - vnášení hmoty z prořezávek okolních porostů, intenzivní prořezávka s ponecháním hmoty v porostech</li> </ul> </li> <li>pro celkovou podporu odrůstání:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- aplikace hnojiva Silvamix R + stimulátor<sup>*2</sup></li> </ul> </li> </ul>
SLT 7.V, 8.V, 7.O, 7.P	středně bohaté půdy pseudoglejového charakteru s periodickým provlhčením půdního profilu	ekologicky nejméně riziková stanoviště z aspektu sorpce živin a půdní vody	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tato stanoviště nevyžadují žádná specifická opatření.</li> <li>- pro podporu odrůstání kultur lze aplikovat hnojivo Silvamix R + stimulátor<sup>*2</sup></li> <li>- při lokálním poškození biotického (okus) nebo abiotického charakteru (nízké teploty-mráz) lze pro rychlou regeneraci využít Vermaktiv stim<sup>*3</sup></li> </ul>
SLT 7.M, 8.M, 7.Y, 8.Y	rankery a chudé lehké půdy, výrazné zastoupení skeletu v půdě	velmi riziková stanoviště, v důsledku skeletu značné vysychání půdy i přes vysoké množství srážek v 7-8. LVS, vysoké riziko introskeletové eroze - odnos humusu a jemnozeme	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jamková výsadba s objemovým poměrem humus/minerál 2-3/1<sup>*1</sup> v kombinaci s použitím obalované sadby, nejlépe formou RCK,</li> <li>- podrostní clonný způsob obnovy</li> <li>- aplikace hnojiva Silvamix R + stimulátor<sup>*2</sup></li> <li>- aplikace přípravku Vermaktivu Stimul<sup>*3</sup></li> </ul>

**\*1 jamková výsadba s objemovým poměrem humus/minerál 2-3/1** - Ve srovnání s běžnou jamkovou výsadbou se tento postup liší v několika ohledech. Je třeba získat odděleně minerální půdu a humus, tyto 2 složky poté smícháme a vytvoříme tak substrát s uvedeným poměrem humus/minerál 2-3/1, který nahneme do jamky. Při zalesňování proto postupujeme tímto způsobem: Ještě než začneme s hloubením jamky, na daném místě vytvoříme plošku, ze které odstraníme horizont opadu a drti (L+F), tj. nerozložený surový humus. Pod touto vrstvou se nachází horizont měli (H – černý, čistě humusový horizont), která z dané plošky shrneme a připravíme ho na hromádku k dalšímu použití. Velikost plošky se odvíjí od mocnosti vrstvy měli, tak abychom získali její dostatečné množství. Odebráním měli z této plošky se dostáváme na vrstvu světlejšího minerálního horizontu, ve kterém již hloubíme klasickou jamku, minerální půdu si připravíme opět na hromádku vedle jamky k dalšímu použití. Po vložení sazenice nahneme do jamky substrát, který vytvoříme tak, že promísíme již připravenou vrstvu měli (H) s připravenou minerální vrstvou a to tak, aby 2-3 objemovým dílům měli odpovídal 1 objemový díl minerální půdy, dál již postupujeme jako při běžné jamkové výsadbě. V jamce jsou tak vytvořeny optimální podmínky pro vývoj kořenového systému sazenice, a to jak z hlediska mikroklimatu, tak z hlediska vodního režimu a trofnosti.

**\*2 Aplikace hnojiv řady Silvamix** - Hnojivo aplikujeme bodově – tj. k jednotlivým sazenicím, v množství 50 g k 1 sazenici, u starších kultur a podsadeb můžeme toto množství navýšit až na 80 g hnojiva k 1 sazenici. Hnojiva mohou být aplikována a) ve formě tablet, b) v jemně granulované formě. Tablety zapravujeme do půdy (hloubka asi 3-4 cm - aby nedošlo k odnosu tablet vlivem povrchového odtoku) a to rozptýleně do projekce korunky sazenice, 50 gramům hnojiva odpovídá 5 tablet. Hnojiva v jemně granulované formě aplikujeme formou plošného posypu a to přímo na půdu, opět do projekce korunky sazenice. Při aplikaci tablet či posypu do jednoho místa by došlo k pozdější deformaci kořenového systému.

**3 Aplikace přípravku Vermaktiv stimol** - jde o kapalné hnojivo, které aplikujeme ve formě roztoku v koncentraci 1:100 s vodou (žádoucí koncentrace dosáhneme například smícháním 1 ml přípravku Vermaktiv se 100 ml vody) a to ve formě postřiku. Hnojivo se aplikuje na list, cílem je aby se hnojivo dostalo na co největší plochu asimilačního aparátu. Hnojivo aplikujeme v dávce 60-80 ml roztoku na 1 sazenici. Optimální je provést 2 aplikace během vegetačního období a to po dobu 2-3 let od založení kultury. Je třeba uvést, že se jedná o zcela nový typ hnojiva, jeho účinky jsou zatím odvozeny z omezeného počtu výzkumných šetření, jedná se tedy o předpoklad.

**4 Záhrobcová výsadba** - Jeden až dva roky před plánovaným zalesněním provedeme bodově záhrobcovou přípravu půdy, tj. na dané lokalitě vytvoříme záhrobcce. Tento časový odstup je nezbytný z toho důvodu, aby došlo k postupnému zhutnění a zpevnění těles záhrobců včetně optimalizace fyzikálních poměrů půdy. Velikost záhrobců volíme tak, aby se do každého záhrobcce daly zasadit dvě sazenice. Před vlastním záhrobcem vytvoříme drenážní rýhu (proti svahu).

## 4. Seznam použité literatury

- BERGMANN, W., 1988. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Jena, G. Fischer, 762s. (In German)
- BONNEAU M. 1991. Remedies for forest decline. In: Landmann, G. (ed.): French research into forest decline. DEFORPA Programme, 2nd report. Nancy, ENGREF: 101-112.
- EVERS F. H., HÜTTL R. F. 1990. A new fertilization strategy in declining forests. In: Zöttl H. W., Hüttl R. F. (eds.): Management of nutrition in forests under stress. Water, Air and Soil Pollution, 54: 495-506.
- HÜTTL F. 1997: Concluding remarks. In: Hüttl F., Schaaf W. (eds) Magnesium deficiency in forest ecosystems. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 357-362.
- KLEČKOVSKIJ V. M., PETERBURSKIJ A. V. 1964. Kolos, Moscow Agrochemija: 527.
- MEHLICH A. 1978. New extractant for soil test evaluation of phosphorus, potassium, magnesium, calcium, sodium, manganese and zinc. Com. Soil Sci. and Plant Ann., 9: 477 – 492.
- NÁROVEC, V., 1995. Pokyny pro udržování produkční schopnosti půd. [Realizační výstup etapy výzkumného úkolu N 03-329-869-03 Meliorace lesních půd ke zlepšení funkční účinnosti lesního fondu]. VULHM Jíloviště – Strnady, Výzkumná stanice Opočno, 36 s.
- NĚMEČEK J., MACKŮ J., VOKOUN J., VAVŘÍČEK D., NOVÁK P. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. ČZU Praha: 78.
- PECHÁČEK, J., VAVŘÍČEK, D., SAMEC, P. 2011. Soil environment and nutrient status of Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) underplantings in conditions of the 8th FAZ in the Hrubý Jeseník Mts. Soil environment and nutrient status of Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) underplantings in conditions of the 8th FAZ in the Hrubý Jeseník Mts. *Journal of Forest Science*, 57, (4), 141-152.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., ULBRICHOVÁ I. 2003. Biological and chemical amelioration effects on the localities degraded by bulldozer site preparation in the Ore Mts. - Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 7: 141-147.
- REJŠEK, K. 1999. Lesnická pedologie – cvičení. (Skriptum). MZLU v Brně, 154 s.
- REMEŠ J., VIEWEGH J., PODRÁZSKÝ V., VACEK S. 2004. Výsledky aplikace hnojiv SILVAMIX v lesních porostech. *Lesnická práce*, 83: 81-83.
- REMEŠ J., PODRÁZSKÝ V., ULBRICHOVÁ I., MEDUNA V. 2005. Fertilization of Norway spruce plantations on the bulldozer-spread windrows in the Ore Mts. *Journal of Forest Science*, 51 (Special Issue): 49-53.
- STECKERMAN T., MERELLE F., CIESIELSKI, H. 1997. Effect of contact time between soil and solution on the soil pH value. ISO/TC190/SC3/WG8/N81.



VACEK S., PODRÁZSKÝ V., HEJCMAN M., REMEŠ J. 2006. Effect of Mg fertilization on yellowing disease of Norway spruce at higher elevations of the Šumava Mts., Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 52: 474-481.

VAVŘÍČEK, D., 2011. Péče o úrodnost půd v lesních školkách. In *Péče o půdu v lesních školkách - Sborník referátů přednesených na instruktážním kurzu*. Brno, Tribun EU s.r.o. 46–77.

ZBÍRAL J. 2002. *Analýza půd I. Jednotné pracovní postupy*. Brno, ÚKZÚZ: 197.

ZBÍRAL J., HONSA I., MALÝ S. 1997. *Analýza půd III. Jednotné pracovní postupy*. Brno, ÚKZÚZ: 150.