

Lesy České republiky, s.p., Hradec Králové

**VÝZKUMNÉ PROJEKTY
GRANTOVÉ SLUŽBY LČR**



Souhrn projektu

**OVĚŘENÍ GENETICKY PODMÍNĚNÝCH
CHARAKTERISTIK VÝSADEB VEGETATIVNÍCH
POTOMSTEV REZISTENTNÍCH VARIANT SMRKU
ZTEPILÉHO VEGETATIVNÍHO PŮVODU NA
VYBRANÝCH LOKALITÁCH KRUŠNÝCH HOR**

Řešitel

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.



Odpovědný řešitel:

Ing. Josef Frýdl, CSc.

Spoluřešitelé:

**RNDr. Václav Buriánek; Ing. Jiří Čáp; Ing. Josef Frýdl, CSc.;
Ing. Ondřej Ivanek, CSc.; Jiřina Mannová; Ing. Petr Novotný, Ph.D.**

Strnady 2011

O B S A H

1. ÚVOD.....	3
2. CÍL PROJEKTU	4
3. PŘEHLED PROBLEMATIKY	4
3.1. Literární přehled o problematice vegetativního množení řízkováním.....	6
4. MATERIÁL A METODIKA	8
4.1. Materiál.....	8
4.1.1. Zdrojová matečnice	8
4.1.2. Výsadby vegetativních potomstev rezistentních smrků.....	9
4.1.2.1. LS LČR Horní Blatná, výsadba č. 1a - Blatenský vrch	11
4.1.2.2. LS LČR Klášterec, výsadba č. 2a - Ptačí alej	13
4.1.2.3. LS LČR Kraslice, výsadba č. 3a - Rolava	15
4.1.2.4. LS LČR Litvínov, výsadba č. 4a - Pramenáč	16
4.1.3. Výsadby generativních potomstev smrku srovnatelného věku.....	17
4.1.3.1. LS LČR Horní Blatná	17
4.1.3.2. LS LČR Klášterec, výsadba č. 2b - Fichtelberg	17
4.1.3.3.1. LS LČR Kraslice, výsadba č. 3b - Velké jeřábí jezero (I. varianta)	18
4.1.3.3.2. LS LČR Kraslice, výsadba č. 3c - Přírodní park Přebuz (II. varianta).....	19
4.1.3.4. LS LČR Litvínov, výsadba č. 4b - „Podsadba “	21
4.2. Metodika	22
4.2.1. Hodnocení kvantitativních a kvalitativních znaků.....	22
4.2.2. Vytyčení a stabilizace plochy	23
4.2.3. Terénní šetření, postupy měření a hodnocení	24
4.2.4. Stanovištní charakteristiky a kořenové analýzy	25
4.2.5. Isoenzymové analýzy	26
5. VÝSLEDKY	27
5.1. Vyhodnocení výsledků biometrických, jakostních a zdravotních charakteristik ověřovaných výsadeb	27
5.2. Posouzení předpokladů a ukazatelů stability ověřovaných výsadeb na základě výsledků vyhodnocení	
analýz kořenových systémů vybraných variant vegetativního a generativního původu	28
5.3. Vytvoření databáze získaných poznatků o kvantitativních a kvalitativních charakteristikách	
ověřovaných výsadeb, včetně fotografické dokumentace	28
5.4. Databáze výsledků isoenzymových analýz a jejich statistické zpracování, zahrnující genetické ověření	
řízkovanců	28
5.5. Archivace souboru vzorků biologického materiálu, trvale uskladněného a chráněného před denaturací	
hlubokým zamražením na pracovišti řešitele	29
5.6. Zpracování genetické charakteristiky matečnice Hrad na základě výsledků isoenzymových analýz	29
5.7. Charakterizace stanovištních podmínek výzkumných ploch	31
5.8. Posouzení ekonomických nákladů souvisejících s pěstováním vegetativního a generativního sadebního	
materiálu a nákladů na pěstební opatření po jejich výsadbě	34
5.8.1. Náklady na pěstování sadebního materiálu vegetativního a generativního materiálu	35
5.8.2. Náklady na výsadbu a pěstební opatření u vegetativních výsadeb do stadia zajištěné kultury	36
5.8.3. Souhrnné posouzení nákladů na pěstování sadebního materiálu vegetativního a generativního	
materiálu a nákladů na výsadbu a pěstební opatření u obou typů výsadeb	37
5.9. Zpracování doporučení pro další využití vegetativních potomstev odolných jedinců smrku ztepilého	
krušnohorského původu v oblasti Krušných hor na základě syntézy získaných výsledků	37
6. ZÁVĚR.....	41
7. LITERATURA.....	43
8. PŘÍLOHY	48
8.1. Přílohy v textu souhrnu ZTZ.....	48
8.2. Přílohy DTZ I (2009), II (2010), III (2011)	49

1. Úvod

Syntetické populace z vegetativního množení mohou představovat významný příspěvek k zabezpečení potřebného reprodukčního materiálu v rámci realizace šlechtitelských opatření orientovaných na zvyšování hodnoty lesních porostů (např. ŠINDELÁŘ et FRÝDL 2002; ŠINDELÁŘ 2004 aj.). Množení lesních dřevin řízkováním a dalšími vegetativními způsoby je tak významným nástrojem prakticky orientovaného šlechtění lesních dřevin a jeho cílů, včetně zachrany biologické diverzity v lesních ekosystémech. Zvláště nezastupitelný význam má řízkování v případě množení rezistentního (strestolerantního) materiálu v imisních oblastech.

Na základě výsledků ověřování geneticky podmíněných kvantitativních a kvalitativních charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních¹ jedinců smrku ztepilého krušnohorského původu na vybraných lokalitách Krušných hor je možno charakterizovat možnosti praktického využití vegetativních metod reprodukce, s cílem formulovat doporučení pro další využívání tohoto typu sadebního materiálu ve zdejší oblasti.

Záměrem projektu bylo také posouzení oprávněnosti navýšení ekonomických nákladů na pěstování a využití řízkovanců rezistentních (odolných) jedinců smrku ztepilého při posouzení jejich vitality a odolnosti v imisních oblastech, včetně ověření stability těchto výsadeb s ohledem na výsledky ověřování charakteristik jejich kořenových systémů při srovnání s charakteristikami výsadeb generativního původu. Přestože řešení projektu nebylo prioritně orientováno na problematiku imisí a jejich vlivu na lesní porosty v Krušných horách, předpokládá se, že společné srovnání ověřovaných variant vegetativního původu na čtyřech vybraných lokalitách ve správě Lesů České republiky, s. p. (LS Horní Blatná, LS Klášterec, LS Kraslice, LS Litvínov) přispěje k zhodnocení jejich ekovalence (adaptability na různé stanovištní podmínky) v oblasti pod vlivem imisí.

V rámci řešení projektu bylo rovněž plánováno využití moderních metod molekulární genetiky. V této souvislosti je třeba zmínit, že smrk ztepilý patří k dřevinám, které jsou z genetického hlediska již dlouhodobě sledovány pomocí molekulárních genetických markerů, zejména isoenzymů. Cílem využití metod molekulární genetiky bylo prohloubení a rozšíření dosavadních výsledků výzkumu a genetického mapování souborů řízkovanců pomocí isoenzymových analýz za účelem získání nových informací o jejich genetické struktuře. V rámci projektu byly aplikovány akreditované postupy s výběrem takových enzymů, resp. lokusů, které je možné na základě dřívějšího genetického výzkumu souborů řízkovanců (strestolerantních klonových směsí) smrku ztepilého považovat za vhodné genetické markery.

¹ V rámci programů orientovaných na záchranu, zachování a reprodukci významných ekotypů krušnohorského smrku byla v minulém období věnována pozornost i rezistenci některých jedinců vůči imisnímu zatížení. Ve zbytcích starších smrkových porostů Krušných hor byli koncem 80. let minulého století ještě registrováni jedinci bez známek poškození. Relativně nejzdravější stromy, které se vyznačovaly i nadprůměrnými kvalitativními ukazateli, byly v těchto porostních zbytcích uznávány podle tehdejších legislativních předpisů jako stromy výběrové (později, v rámci urychlení procesu, i tzv. šlechtitelské, které nevyžadovaly uznávací řízení), přičemž bylo před jejich evidenčním číslem pro odlišení uváděno označení „R“ (rezistentní).

V dalším období byla věnována pozornost i možnostem využití vytípaných jedinců v mladých smrkových porostech Krušných hor, které bez většího poškození přečkaly výrazné klimatické stresy v průběhu zimy 1995/1996. Vitalita těchto jedinců byla v těchto případech hlavním hlediskem uplatňovaným při jejich selekci a využívání.

Vlastní řešení části projektu zaměřené na využití metod molekulární biologie (isoenzymové analýzy) představovalo v původním obecně charakterizovaném plánu provedení analýz u výchozích jedinců a vylišení klonů na ověřovaných výsadbách, realizované v rámci činnosti akreditované zkušební Laboratoře analýzy isoenzymů lesních dřevin Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady.

Na základě výsledků diskuze a v souladu s připomínkami oponentů při kontrolním dnu DTZ I byla metodika této části projektu upřesněna v tom smyslu, že isoenzymové analýzy byly realizovány v matečnici Hrad², kde jsou autovegetativně (řízkováním) reprodukovány klony stres tolerantních jedinců smrku ztepilého z matečnice Lísek u Plzně a kde již byl proveden odběr podstatné části vzorků. Hlavním cílem bylo ověřit stupeň genetické diverzity disponibilního materiálu na této matečnici. Podle informací zástupců LČR, s. p., bude tato matečnice využívána v dalším období pro odběr řízků k pěstování stres tolerantních klonových směsí. V průběhu řešení projektu byly v matečnici Hrad realizovány aktivity zaměřené na genetický screening statisticky reprezentativního souboru jedinců smrku ztepilého.

2. Cíl projektu

Cílem projektu bylo posoudit úspěšnost výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého na vybraných lokalitách Krušných hor. Předmětem výzkumu bylo dále porovnání vybraných charakteristik vegetativních a generativních výsadeb srovnatelného věku. Výzkumné práce představovaly jak biometrická šetření růstových a jakostních charakteristik ověřovaných variant, tak využití metod molekulární genetiky (isoenzymové analýzy). Pomocí analýz kořenových systémů vybraných jedinců byla posouzena stabilita vegetativního i generativního materiálu, včetně sledování shodných charakteristik v architektuře kořenových systémů u zkoumaných jedinců vegetativního původu a nalezení odchylek ve srovnání s kořenovým systémem jedinců generativního původu. Na základě získaných výsledků byla řešitelským týmem formulována metodická doporučení pro další využívání vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého v oblasti Krušných hor.

Jedním z dalších cílů projektu formulovaných v průběhu jeho řešení, bylo i porovnání ekonomické efektivnosti výsadeb vegetativního původu s výsadbami generativního původu.

3. Přehled problematiky

Vývoji, studiu a řešení problematiky související s obnovou imisemi poškozených lesních ekosystémů v oblasti Krušných hor je věnována dlouhodobě specifická pozornost již od dvacátých let minulého století (např. STOKLASA 1923), kdy byl poprvé odborně potvrzen negativní vliv imisního působení na lesní porosty Krušných hor. V šedesátých letech minulého století byly rovněž publikovány v odborném tisku mj. i výsledky dlouhodobého pozorování vývoje působení imisních vlivů na přirozenou obnovu smrku (HÖNIG 1964). I když informace o koncentracích imisního zatížení v oblasti nejsou až do počátku šedesátých

² V předkládané práci je v obecném smyslu používán pojem „matečnice“, resp. „uznaná matečnice“, ve smyslu v současné době platné legislativy (Zákon č. 149/2003 Sb. v platném znění) je pro tyto objekty určený termín „směs klonů uznaná za zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu“).

let minulého století k dispozici, je možno je odvodit z údajů o vývoji těžby uhlí v severozápadních Čechách za období 1880–1963 (MATERNA 1999).

Souhrnně je problematika imisního zatížení a jeho vlivu na lesní ekosystémy Krušných hor zpracována v závěrečné zprávě o výsledcích řešení projektu LČR, s. p. „Lesnické hospodaření v Krušných horách“ (SLODIČÁK et al. 2008). V uvedené publikaci je věnována pozornost i popisu stavu prostředí v Krušných horách, problematice pěstování porostů náhradních dřevin, vlivu zvěře na lesní ekosystémy Krušných hor, záchraně a využití genetických zdrojů lesních dřevin v oblasti Krušných hor, včetně ekonomického posouzení rentability jednotlivých variant navrhovaných opatření.

Specifické charakteristiky imisních oblastí, včetně oblastí Krušných hor, jsou obecně charakterizovány chřadnutím a postupným odumíráním cílových dřevin v pásmech výrazného imisního zatížení (ŠINDELÁŘ 1983). V těchto oblastech tak dochází až k extinkci genofundu těchto dřevin. V místech středního a slabého ohrožení dochází k fyziologickému oslabení porostů s následkem omezení schopnosti reprodukce, stromy nekvetou, neplodí, a pokud ano, tak produkují neklíčivá či málo klíčivá semena. Možnosti sklizně osiva za účelem reprodukce ohrožených populací jsou tak omezeny, stejně jako jsou omezeny či zcela znemožněny, i s ohledem na přírodní poměry, obnovní postupy využívající přirozenou obnovu.

Zaměření projektu „Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných lokalitách Krušných hor“, který řešil tým Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., v období 2009–2011, vychází z výše uvedených skutečností a úzce souvisí s problematikou využívání autovegetativních způsobů množení lesních dřevin jako s jedním z vhodných způsobů řešení naznačených problémů s obnovou a rekonstrukcí původních cílových dřevin v oblasti. Aplikace autovegetativních způsobů množení lesních dřevin by tedy měly být vedle řešení teoretických a metodických problémů orientovány na dva základní prakticky zaměřené cíle - na reprodukci lesních dřevin za účelem záchrany genetických zdrojů ohrožených druhů lesních dřevin a na šlechtitelské programy, které by mohly nebo měly být realizovány s využíváním autovegetativního množení dřevin řízkováním a kulturami *in vitro* (FRÝDL et al. 2008). Autovegetativní množení lesních dřevin řízkováním a kulturami *in vitro* představuje významný nástroj prakticky orientovaného šlechtění lesních dřevin a jeho cílů včetně záchrany biologické diverzity v lesních ekosystémech. Tyto postupy však samozřejmě nelze považovat za cestu, která by v podmínkách ČR měla významně řešit a nahrazovat nedostatek materiálu semenného původu u hospodářsky významných lesních dřevin (např. buk lesní, jedle bělokorá aj.). Syntetické směsi z autovegetativního množení však mohou být významným příspěvkem k zabezpečení potřebného reprodukčního materiálu v rámci realizace šlechtitelských opatření orientovaných na zvyšování hodnoty lesních porostů.

V rámci řešeného projektu byla tedy pozornost věnována především ověření kvalitativních a kvantitativních charakteristik syntetických směsí z autovegetativního množení rezistentních variant smrku ztepilého z vybraných lokalit Krušných hor. Z většího množství vysazených vegetativních výsadeb byly v rámci řešení projektu hodnoceny čtyři ověřovací plochy (LS Horní Blatná, LS Klášterec, LS Kraslice a LS Litvínov), na kterých bylo předmětem hodnocení rovněž ověření stability takto vypěstovaných potomstev ve srovnání s provozně vysazovanými generativními potomstvy smrku ztepilého. Tato charakteristika byla ověřována formou analýz kořenových systémů obou variant (MAUER et al. 2010). Získané poznatky z těchto analýz jsou ve zprávě, která je součástí DTZ II (FRÝDL et al. 2010), konfrontovány s výsledky obdobných prací zabývajících se touto problematikou (v ČR např. MAUER et PALÁTOVÁ 1994, 2004). Pokud jde o poměrně často diskutovanou otázku, do jaké míry se kořenový systém řízkovanců smrku ztepilého odlišuje od kořenového systému jeho

generativních potomstev, je možno připomenout, že např. podle JURÁSKA (2004) nebyly při sledování morfogeneze a kvality kořenových systémů řízkovanců smrku po výsadbě do lesních porostů zjištěny problémy. MAUER (1993) analyzoval smrkové porosty až do 25 let věku a uvádí, že kořenový systém řízkovanců se po výsadbě vyvíjí obdobným způsobem jako kořenový systém sadebního materiálu semenného původu. Z jeho poznatků vyplývá, že při dodržování šlechtitelských aspektů a ekologických nároků lze smrk ztepilý množit řízkováním a řízkovance uplatňovat v provozních výsadbách. Otázkami stability mladých smrkových porostů pod vlivem imisí se též zabýval např. SLODIČÁK (1989).

Isoenzymové analýzy byly postupně realizovány v akreditované laboratoři Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., přičemž vzorky k těmto analýzám byly z lokality matečnice Hrad odebrány v období prvního až třetího roku řešení projektu.

Dosavadní práce tohoto druhu byly v podmínkách ČR realizovány u řady vybraných populací smrku ztepilého v Krušných horách (IVANEK 2000a, 2000b), později také v oblasti Krušných hor a Karlovarské vrchoviny (IVANEK 2002) a dále např. na plochách ICP Forests v osmi různých PLO (IVANEK 2006a, 2006b) a v oblasti Krkonoš (IVANEK, MATĚJKA et NOVOTNÝ 2009). Výsledky těchto prací dokumentují poměrně značnou variabilitu genetických charakteristik a výrazné rozdíly mezi autochtonními a alochtonními populacemi smrku. V případě této dřeviny tak bylo možno v konkrétním případě prokázat především velkou genetickou diferenciaci populací smrku, a to i v případě, že populace pocházejí z geografických oblastí se srovnatelnou nadmořskou výškou a klimatickými podmínkami. K podobným závěrům došli např. LIESEBACH et al. (2001), a to přesto, že u porostů smrku lze navíc předpokládat horizontální i vertikální diferenciaci (LONGAUER et al. 2001). Z výše uvedených poznatků vyplývá, že genetická skladba a diverzita sledovaných populací jsou zřejmě v rozhodující míře dány původem, přesněji různorodostí reprodukčního materiálu při založení porostů a jejich vývoj je druhotně dán trvale probíhající selekcí genotypů, ovlivněnou stanovištními podmínkami.

3.1. Literární přehled o problematice vegetativního množení řízkováním

Určit počátky využívání řízkování jako metody vegetativního množení je obtížné. KLEINSCHMIT et al. (1973) upozorňují na zprávy PFIFFERLINGA (1830) o úspěšném zakořeňování smrkových řízků. KURDIANI (1908) množil 11 druhů lesních dřevin v pařeništi a u smrku docílil 84% úspěšnosti při zakořeňování řízků. Je tedy možno konstatovat (KOBENDZA 1922), že smrk ztepilý není nijak zvlášť obtížné tímto způsobem množit. V dnešní době jsou tyto technologické metody množení využívány ve šlechtění lesních dřevin, při produkci specifického sadebního materiálu, pro účely okrasného zahradnictví, ale i při realizaci opatření orientovaných na záchranu a zachování genetických zdrojů (BARDZAJN 2007 ex TJOELKER, BORATYNSKI et BUGALA 2007).

Technologickým postupům řízkování je v zahraniční i domácí odborné literatuře věnována velká pozornost (např. DEUBER et FARRAR 1940; KLEINSCHMIT 1972a, 1972b; KLEINSCHMIT et al. 1973; LEPISTÖ 1974; DORMLING, ERICSSON et PERSON 1977; DORMLING et KELLERSTAM 1981; WÜHLISCH 1984; HARTIG 1986; RADOSTA 1987; VOLNÁ, HAUCK et RYCHNOVSKÁ 1990; ŠINDELÁŘ 2002; JURÁSEK et MARTINCOVÁ 2004 aj.).

U autovegetativního množení přispívají k úspěšnosti tohoto způsobu reprodukce jak vnitřní, tak vnější faktory (KADLUS et DOHNAL 1985). Vnitřní faktory zahrnují zakořeňovací schopnost řízků, místo jejich odběru v koruně a věk jedinců matečnice. Vyšší zakořeňovací schopnost mají řízky odebrané z jedinců mladších a v dolní části koruny, přičemž se ale projevuje silnější tendence k větevnatému růstu. U řízků odebraných z horní části koruny se

tato tendence sice výrazně neprojevuje, zakořeňovací schopnost je ale nižší. Vnější faktory jsou charakterizovány teplotou a vlhkostí vzduchu i substrátu. Vhodná doba k odběru řízků pro autovegetativní množení je leden až únor.

Důležitou otázkou je v souvislosti s využíváním metody řízkování i používání vhodných stimulátorů růstu. Složení a způsobům jejich aplikace se ve svých pracích věnovali např. MICHNIEWICZ (1969), LIPECKI et DENNIS (1970), CHMELÍKOVÁ et CUDLÍN (1990). Za hlavní efekt používání stimulátorů růstu je možno považovat zejména výrazné množství zakořeňovaných řízků a téměř vždy zkvalitnění kořenového systému pěstovaných sazenic (DEUBER et FARRAR 1940; LARSEN 1946; KLEINSCHMIT et al. 1973; PAULE et ŠKOLEK 1983; BENTZER 1985; MEDEDOVIČ 1987 a další). Zvýšení zakořeňovací schopnosti řízků smrku ztepilého a následné zvýšení tvorby biomasy je možné docílit též vegetativní inokulací symbiotických hub do zakořeňovacího substrátu (REPÁČ 2005).

Dalším důležitým faktorem při řízkování je i otázka věku (cyclophysis) mateřských jedinců (ortetů), z kterých jsou řízky odebírány. S rostoucím věkem ortetů zakořeňovací schopnost řízků klesá, kořenové systémy řízkovanců se dostatečně nevyvíjejí a ve zvýšené míře se u nich projevuje plagiotropní efekt a dlouhodobý pomalý růst (KLEINSCHMIT 1972a, 1972b, 1992; ROULUND 1975, 1979; JESTÁDT 1980; SCHACHLER et MATSCHKE 1984; WÜHLISCH 1984; MEDEDOVIČ 1987). Při řízkování pro komerční účely jsou nejvhodnější řízky ne starší než 4leté³, ať již odebírané z ortetů vegetativního či generativního původu. Při dodržení těchto kritérií je možno dosáhnout až 100% úspěšnosti zakořeňování řízků (BARDZAJN 2007 ex TJOELKER, BORATYNSKI et BUGALA 2007). Často jsou pro řízkování využívána i potomstva výběrových stromů (KLEINSCHMIT et al. 1973; KLEINSCHMIT 1974; LEPISTÖ 1974; WERNER et PETTERSSON 1981; BENTZER 1985; JOHNSEN 1985; VOLNÁ, HAUCK et RYCHNOVSKÁ 1990). O používání řízků z dospělých stromů referují např. DEUBER et FARRAR (1940), EWALD et SCHACHLER (1990) či JANSON (1990). V takových případech ale potomstva získaná z řízkovanců pocházejících ze starších ortetů vyžadují větší péči v rámci aplikací opatření k docílení uspokojivé tvárnosti kmene a růstových charakteristik (KLEINSCHMIT 1972b; BENTZER 1988; DEKKER-ROBERTSON et KLEINSCHMIT 1991).

Jedním ze způsobů, jak eliminovat vliv starších mateřských jedinců na kvalitu pěstovaných řízkovanců (cyclophysis), je využívání sériových způsobů množení. Rejuvenilizace je dosahována roubováním (FRÖHLICH 1961), příp. mikroroubováním (EWALD et SCHACHLER 1990; EWALD, PUTENIKHIN et MATSCHKE 1991). Při aplikacích mikroroubování však úspěšnost nebývá nijak výrazná, v případě smrku ztepilého specificky např. ve srovnání s modřínem opadavým (EWALD, PUTENIKHIN et MATSCHKE 1991). Proto mnozí autoři doporučují při rejuvenilizaci mateřských jedinců využívání systémů opatření, která kombinují jak způsoby množení roubováním, tak i řízkováním (DORMLING et KELLERSTAM 1981; BOURIQUET, TSOĞAS et BLASELLE 1985; MATSCHKE, SCHACHLER et NÖHRING 1991). Dalším vhodným způsobem je v této souvislosti aplikace cytokininů na ortety, čímž je možné docílit částečné rejuvenilizace smrkových klonů s efektem redukce kvetení a zvýšenou zakořeňovací schopností (BOURIQUET, TSOĞAS et BLASELLE 1985, MATSCHKE, SCHACHLER et NÖHRING 1991). Dále bylo rovněž ověřeno, že externí aplikací ovanilinu lze dosáhnout určité rejuvenilizace prýtlů, které je možno použít k řízkování (EWALD et SCHACHLER 1990). Sériové způsoby⁴ vegetativního množení využívané ve šlechtění lesních

³ Pro pěstování řízkovanců využitých při zakládání poloprovozních ověřovacích ploch na lokalitách v Krušných horách, z nichž byly čtyři předmětem hodnocení v rámci řešení projektu GS LČR 9/2008, byly s úspěchem využívány jednoleté letorosty (HRDLÍČKA 2009 in litt.).

⁴ Sériový způsob vegetativního množení byl vhodným způsobem aplikován i v případě vegetativní reprodukce rezistentních jedinců smrku ztepilého vyhledaných na příslušných lokalitách imisních oblastí Krušných hor, jejichž vegetativní varianty byly využity k pěstování řízkovanců vysazených na provozních plochách, z nichž

dřevin a vhodné k aplikování metod klonového lesnictví mohou tedy efekt staršího věku ortetů výrazně eliminovat (ST. CLAIR, KLEINSCHMIT et SVOLBA 1985, DEKKER-ROBERTSON et KLEINSCHMIT 1991).

Samotný proces pěstování sazenic z řízků je poměrně pracný (ŠINDELÁŘ 1982). Náročné pracovní technologie vyžadují nákladné vybavení, jako jsou vybavené skleníky, zajištěno musí být jejich vytápění, pravidelná závlaha pěstovaného materiálu, značný podíl lidské práce a pod. Náklady na vypěstování výsadbyschopného materiálu mohou tak i několikanásobně překročit náklady na vypěstování sadebního materiálu generativního původu. Pro eliminaci rizika zúžení genetické variability je přitom třeba počítat s vyššími počty klonů, z nichž jsou řízkovanci pěstováni. Jako optimální se z tohoto důvodu doporučuje počet 500–1000 klonů. V dostupné odborné literatuře (ŠINDELÁŘ 1987; PAULE 1987) se nicméně uvádí, že má-li být s využitím autovegetativních způsobů množení založen nový porost geneticky víceméně totožný s mateřským, mělo by být využito 100–500 klonů, přičemž od každého klonu by měl být pěstován stejný počet jedinců, klony by měly být po ploše náhodně rozmístěny a plocha výsadby by měla být dostatečně velká, alespoň 2–3 ha. V těch případech, kdy by se nepodařilo dodržet tuto doporučenou plochu výsadby, tak se doporučuje takové menší plochy využívat jako matečnice pro odběry sekundárních řízků (ŠINDELÁŘ 1987). Tam, kde jde ale o záchranu jedinců nebo menších skupin, nezbývá než odebrat řízky pro reprodukci i z malého množství jedinců (VOLNÁ 1987).

V rámci využívání autovegetativních způsobů reprodukce je však třeba, mj. i s ohledem na výše zmíněnou vyšší nákladnost prací, postupovat prioritně podle konkrétních specifických programů založených na geneticko-šlechtitelských základech (ŠINDELÁŘ 1982; HYNEK et FRÝDL 1988 aj.).

4. Materiál a metodika

4.1. Materiál

4.1.1. Zdrojová matečnice

V nejvíce postižených odumřelých nebo usychajících smrkových porostech Krušných hor byly v 80. letech minulého století vyhledávány ojedinělé smrky, které se od ostatních výrazně odlišovaly svou vitalitou (KAŇÁK 1999, HRDLÍČKA 2001). Iniciativa výzkumných aktivit zaměřených na rezistenci dřevin v podmínkách poškozeného prostředí v důsledku imisí vzešla z tehdejší NDR (Dr. Tzschacksch), na kterého navázali i čeští výzkumníci a provozní pracovníci, z nichž první byl Ing. Karel Kaňák, CSc., dále pak Ing. Jan Pavliš, Ing. Jiří Mottl, doc. Ing. Vladimír Hynek, CSc., Ing. Josef Frýdl, CSc. a další. Ve spolupráci s pracovištěm VÚLHM Arboretum Sofronka zahájili zaměstnanci tehdejších Státních lesů výběr těchto rezistentních smrků, které byly označeny a vyjmuty z těžby. Z takto vybraných stromů byl prováděn sběr roubů a šišek pro účely založení klonového archivu, semenného sadu a matečnice.

Jako optimální lokalita pro založení matečnice k autovegetativní produkci se ukázala lesní školka Lísek u Plzně, která byla poté jako první v ČR uznána. V roce 1989 byly do této matečnice vysazeny první sazenice. V průběhu několika let zde bylo ve sponu 1×1 m vysazeno celkem 2 500 geneticky odlišných jedinců smrku původem ze 7. a 8. LVS

plochy založené na LS LČR Horní Blatná, LS LČR Klášterec, LS LČR Kraslice a LS LČR Litvínov jsou předmětem výzkumných aktivit projektu GS LČR 9/2008.

(HRDLIČKA 2001). Proces vyhledávání rezistentních smrků pokračoval a matečnice byla několikrát rozšiřována, přičemž kritériem výběru zdrojových jedinců byla jejich výjimečnost spočívající v odolnosti proti imisní zátěži. Vyhledávání se uskutečňovalo v hynoucích až uhynulých porostech, kde vybraný odolný jedinec byl obklopen řádově stovkami jedinců uhynulých a zároveň plodil klíčivá semena. Při každém rozšíření matečnice bylo vždy vysazeno několik desítek až stovek jedinců. Postup byl uzpůsoben tak, aby nedošlo k zaplnění matečnice nekvalitním či homogenním materiálem. Od roku 1990 bylo z důvodu udržení genetické variability obnovovaných porostů využíváno vždy jen několik desítek tisíc zakořeněných řízků ročně (HRDLIČKA 2001). Od roku 1992 je matečnice Lísek ve vlastnictví Městských lesů Plzeň, které v roce 2002 oznámily LČR, s. p., záměr matečnici zrušit a převést na lesní školku. Z tohoto důvodu byla LČR, s. p., založena matečnice Hrad s autovegetativně (řízkováním) reprodukovánými klony rezistentních jedinců smrku ztepilého z původní matečnice Lísek⁵.

4.1.2. Výsadby vegetativních potomstev rezistentních smrků

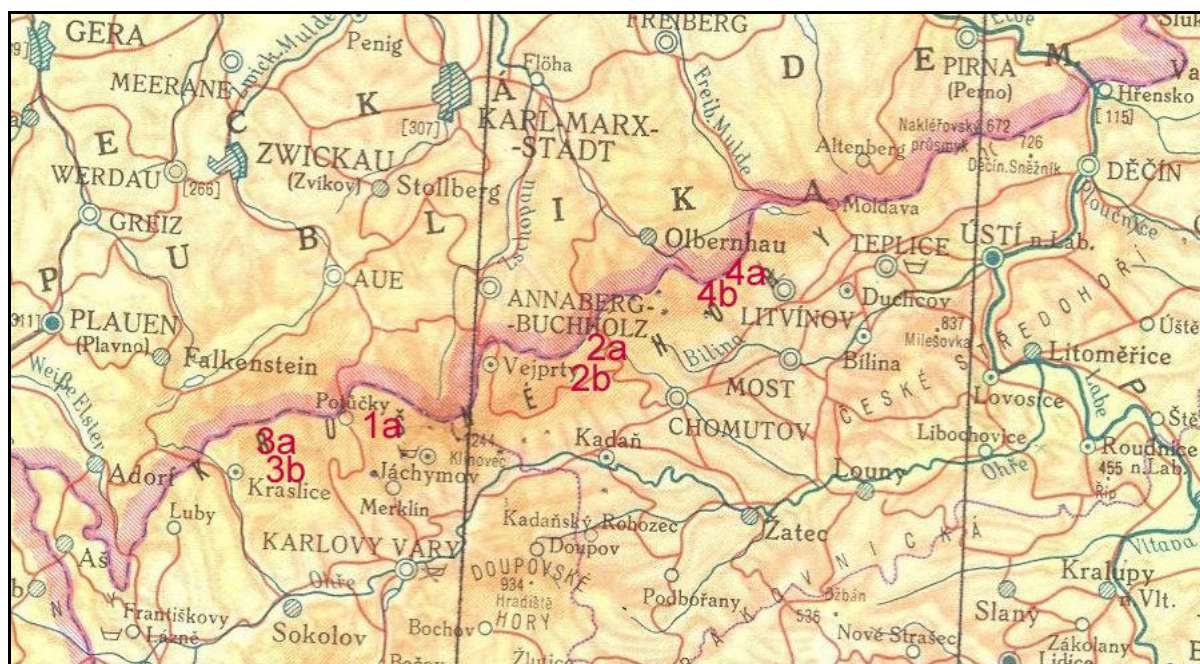
S využitím materiálu vyhledaným a posouzeným Dr. Tzschackschem, Ing. K. Kaňákem, CSc. a doc. Ing. V. Hynkem, CSc. v rámci selekce rezistentních jedinců smrku ztepilého v Krušných horách byl založen na LZ Klášterec nad Ohří klonový archiv Verněřov (111 klonů) a semenný sad Obora na LS Kraslice (141 klonů). Matečnice Lísek u Plzně byla založena ze sazenic generativního původu vypěstovaných ze semene získaného z jedinců posouzených Ing. K. Kaňákem, CSc. jako rezistentní a z vyzvednutých náletů pod těmito jedinci. Z této matečnice byl každoročně prováděn odběr řízků. Z vypěstovaných řízkovanců byly založeny poloprovozní a provozní výsadby, z nichž čtyři vybrané (LS Horní Blatná - Blatenský vrch; LS Klášterec - Ptačí alej, LS Kraslice - Rolava a LS Litvínov - Pramenáč) (viz tabelární a grafické přílohy) jsou předmětem řešení tohoto projektu.

K výsadbě byly použity prostokořenné 4leté sazenice, dopěstované ve školkách v horských polohách Krušných hor (800–920 m n. m.), záměrně sázené do lokalit s nejhoršími podmínkami. Tyto výsadby jsou směsí (materiál k jejich založení nebyl diferencován podle klonů), kdy z velkého počtu klonů v matečnici bylo z každého odebíráno několik desítek řízků. Plochy s výsadbou řízkovanců byly zakládány v různé době (1994–2002).

⁵ Na doplnění je možno upřesnit, že v roce 2004 byla založena na LS Litvínov s využitím klonů rezistentních jedinců smrku ztepilého matečnice Telč (číslo uznané jednotky /ČÚJ/ CZ-3-6-SM-12-1-7-U, výměra 0,62 ha, počet klonů 168), v letech 2006 a 2007 pak byla na území LS Klášterec založena ve dvou fázích matečnice Hrad (ČÚJ CZ-3-6-SM-21703-1-7-U, výměra 0,26 ha, počet klonů 525; CZ-3-6-SM-21704-1-8-U, výměra 0,08 ha, počet klonů 175) (SVOBODA et al. 2010).

Projekt Grantové služby LČR

Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných lokalitách Krušných hor



Obr. 1 - Lokalizace výzkumných ploch s vegetativními (a), resp. generativními potomstvy (b)

Projekt Grantové služby LČR

Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných lokalitách Krušných hor

Tab. 1 - Charakteristiky vegetativních výsadeb (aktualizováno v průběhu 3. roku řešení projektu)

4.1.2.1. LS LČR Horní Blatná, výsadba č. 1a - Blatenský vrch

VÝSADBA	1a - Blatenský vrch 822 B ₂	2a - Ptačí alej 223 E _{2b/1b}	3a - Rolava 108 A ₀₂	4a - Pramenáč 522 A _{2c}
LČR, s. p., lesní správa	Horní Blatná	Kláštevec	Kraslice	Litvínov
Revír	Smrčná	Klínovec	Rolava	Košťany
Platnost LHP	2002–2011	2009–2018	2011–2020	2001–2010
Nadmořská výška [m n. m.]	1 025	890	> 900	800
PLO	1	1	1	1
LT	8M3	7K3	7K3	7K3
Hospodářský soubor	2	73	73	73
Rok výsadby	1994	2001	1999	1999
Počet vysazených (hodnocených) jedinců	74 (67)	3 500 (216)	3 630 (200)	500 (242)
Bližší charakteristika a původ sadebního materiálu	Původní zdroj - odolní jedinci smrku ztepilého z lokalit na LZ Kraslice (Jelení vrch, Rolava, Písková cesta, Špičák) a LZ Horní Blatná (Paseka, Cikánka, Bučina, U vodárny, Pod vodárnou, K vodárně), vlastní odběr řízků z matečnice Lísek. Dopěstování řízkovanců pro Blatenský vrch ve školce (910 m n. m.) za Horní Blatnou. Letní školkování strojem, bez závlahy, beze ztrát.	Původní zdroj - odolní jedinci smrku ztepilého z lokalit na LZ Kraslice (Jelení vrch, Rolava, Písková cesta, Špičák) a LZ Horní Blatná (Paseka, Cikánka, Bučina, U vodárny, Pod vodárnou, K vodárně), vlastní odběr řízků z matečnice Lísek. Dopěstování řízkovanců ve školce Bublava (cca 800 m n. m.), ruční školkování zakořeněných řízků příští jaro po zakořenění, bez závlah, beze ztrát.	Původní zdroj - odolní jedinci smrku ztepilého z lokalit na LZ Kraslice (Jelení vrch, Rolava, Písková cesta, Špičák) a LZ Horní Blatná (Paseka, Cikánka, Bučina, U vodárny, Pod vodárnou, K vodárně), vlastní odběr řízků z matečnice Lísek. Dopěstování řízkovanců ve školce Bublava (cca 800 m n. m.), ruční školkování zakořeněných řízků příští jaro po zakořenění, bez závlah, beze ztrát.	Původní zdroj - odolní jedinci smrku ztepilého z lokalit na LZ Kraslice (Jelení vrch, Rolava, Písková cesta, Špičák) a LZ Horní Blatná (Paseka, Cikánka, Bučina, U vodárny, Pod vodárnou, K vodárně), vlastní odběr řízků z matečnice Lísek. Dopěstování řízkovanců ve školce Bublava (cca 800 m n. m.), ruční školkování zakořeněných řízků příští jaro po zakořenění, bez závlah, beze ztrát.
Věk sazenic při výsadbě	4	4	4	4
Způsob výsadby (jamkový/sazečem)	Jamky 35×35 cm	Jamky 35×35 cm	Jamky 35×35 cm	Jamky 35×35 cm
Sazenice ze školky v	Lesní škoka v Horní Blatné	Lesní školka Bublava	Lesní školka Bublava	Lesní školka Bublava

Poloprovozní plocha byla založena na extrémní holině v hřebenové partii. Oblast byla silně ovlivněna imisní zátěží, která způsobila odumření starých smrkových porostů. Po provedené kalamitní těžbě byla na lokalitě provedena buldozerová příprava půdy s vyhrnutím horní vrstvy do valů. Tehdejší LZ Horní Blatná zde původně vysadil smrky, u kterých byl zaznamenán 100% úhyn. Za účelem získání experimentálně ověřených poznatků souvisejících se zalesňováním v takto tvrdých stanovištních podmínkách a pro ověření schopností vybraných dřevin v extrémních podmínkách zde lesníci pracovníci (za odborného vedení Ing. O. Hrdličky) spolu s výzkumnými pracovníky VÚLHM Arboreta Sofronka (Ing. K. Kaňák, CSc.) v roce 1989 realizovali projekt tzv. boreální tajgy (HRDLIČKA 2002a,b) - námět a metodika Ing. Karel Kaňák, CSc., vlastní realizace výsadby a následné vyhodnocování Ing. Oldřich Hrdlička. Plocha nebyla nikdy hnojena ani chemicky ošetřována (HRDLIČKA 2002a). Jediným realizovaným opatřením byla ochrana výsadby proti škodám zvěří oplocením.

V roce 1994 bylo do oplocené stabilizované výsadby pionýrských dřevin vysazeno ve sponu 2×2 m, resp. 3×3 m 74 ks smrkových řízkovanců (potomstev rezistentních smrků původem z vrcholových partií celé oblasti Krušných hor) odebraných v matečnici Lísek u Plzně a vypěstovaných ve školce u Horní Blatné (strojové školkování) v nadmořské výšce 910 m. Řízkovanci se sázeli jako prostokořenné sazenice. Na jaře 2000 byl zjištěn úhyn pouze jednoho jedince (HRDLIČKA 2002b). V roce 1998 byly do oplocenky vysazeny další cílové druhy - BK (s nepříliš dobrým úspěchem) a JD (úspěšnější). Materiál pro výsadbu těchto dvou dřevin byl přesazen na lokalitu Blatenský vrch druhý den po vyzvednutí u Černého jezera na Šumavě (ca 1000 m n. m.). Před zhruba pěti lety vnikla na lokalitu jelení zvěř, řízkovance smrku ani vysazené jedle však narozdíl od jiných dřevin (např. borovice /limba/ sibiřská *Pinus sibirica*) nepoškodila.

V oplocence nad touto plochou u rozhledny se nachází ještě další plocha s výsadbou řízkovanců, kteří však již byli vysazeni provozním způsobem.



Projekt Grantové služby LČR

Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných lokalitách Krušných hor

Foto 2 - LS Horní Blatná, Blatenský vrch (J. Čáp, 22. 4. 2010)

4.1.2.2. LS LČR Klášterec, výsadba č. 2a - Ptačí alej

Výsadba byla realizována opět v nejhorších podmínkách. Plocha byla vysazena provozním způsobem (2001) - vysazeno 3 500 jedinců. Do současnosti se u řízkovanců vyskytly pouze minimální ztráty. Při výsadbě byli řízkovanci přihnojeni 3 ks tablet Silvamix, což však růst neovlivnilo a ani nezabránilo žloutnutí (tato tendence se projevuje i dnes, a to zvláště v jednom transektu). Žloutnutí řízkovanců smrku se projevilo zejména na otevřené ploše. V malé části plochy s výsadbou řízkovanců pod ochranou hynoucích bříz se žloutnutí nevyskytlo. Na lokalitě je dodnes patrný val po buldozerové přípravě (v úpatí valu byla umístěna záložní výsadba, která zde v hustém sponu stále přežívá). Výzkumná plocha je opatřena informační tabulí s podrobnými údaji.



Foto 3 - LS Klášterec, Ptačí alej (J. Čáp, 10. 9. 2009)



Foto 4 - LS Klášterec, Ptačí alej (P. Novotný, 16. 4. 2009)

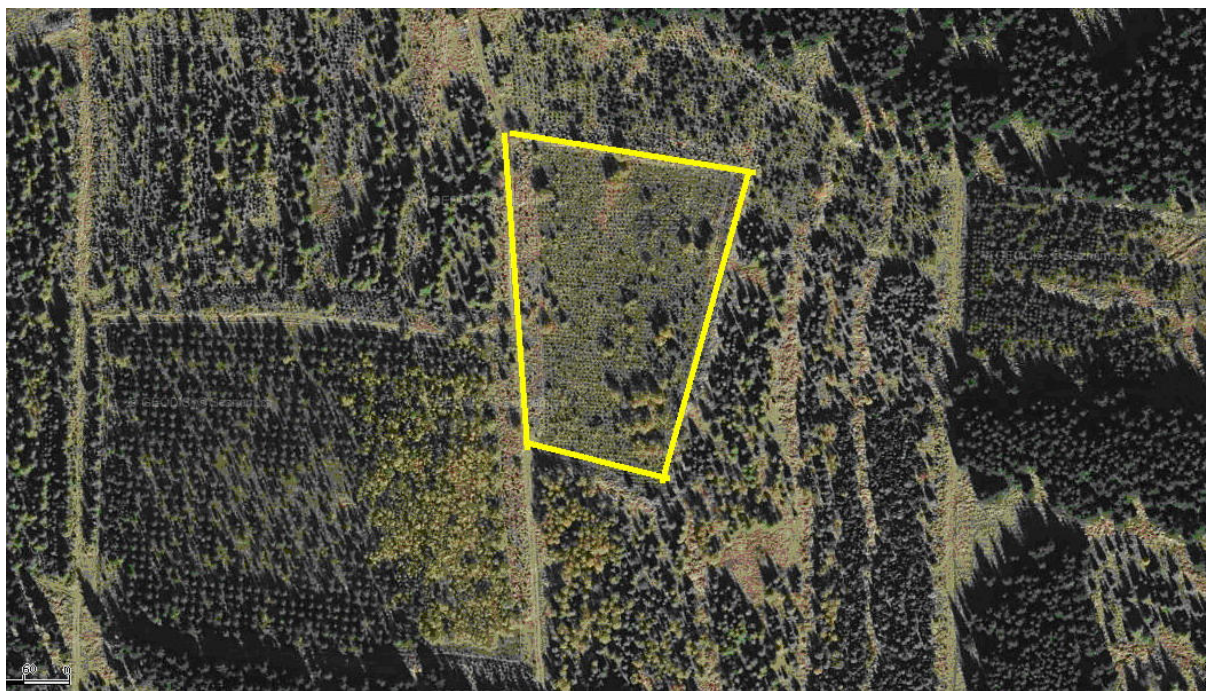


Foto 5 - LS Klášterec, Ptačí alej

(<http://www.mapy.cz/#mm=FP@x=130022480@y=137222736@z=16>)

4.1.2.3. LS LČR Kraslice, výsadba č. 3a - Rolava

Dle sdělení Ing. O. Hrdličky má materiál stejný původ (tj. matečnice Lísek u Plzně), jako výsadby Blatenský vrch, Ptačí alej a Pramenáč. Na základě informace místního revírníka pana F. Cibulky bylo možno již při výsadbě pozorovat značný výskyt dvojáků, přičemž vybočení terminálů původně vypadalo jako větev 1. řádu. Na ostatních plochách se tato situace nevyskytla. Výsadba ca 3 000 jedinců proběhla provozním způsobem v roce 1999.



Foto 6 - LS Kraslice, Rolava (J. Čáp, 21. 4. 2010)



Foto 7 - LS Kraslice, Rolava - poškození výsadby jelení zvěří (J. Čáp, 21. 4. 2010)

4.1.2.4. LS LČR Litvínov, výsadba č. 4a - Pramenáč

Jedná se opět o extrémní lokalitu, která byla pracovníky LS v době zakládání pokusu považována na celém území této organizační jednotky z hlediska pěstebních podmínek za nejhorší. Bagrová příprava půdy byla na této lokalitě provedena několik let před výsadbou. Jako přípravná dřevina zde fungovala bříza. Lokalita byla oplocena proti zvěři. Na rozdíl od lokality na Blatenském vrchu zde již byly u řízkovanců zaznamenány určité ztráty. Někteří jedinci zde v současnosti již dosahují výšky ca 8 m (výsadba 1999). Celkem zde bylo vysazeno přibližně 500 ks řízkovanců. Rovněž na tuto lokalitu vnikla před ca čtyřmi lety jelení zvěř; škody na smrkových řízkovancích zde však obdobně jako na Blatenském vrchu nezpůsobila.



Foto 8 - LS Litvínov, Pramenáč (P. Novotný, 16. 4. 2009)

Projekt Grantové služby LČR

Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných lokalitách Krušných hor

4.1.3. Výsadby generativních potomstev smrku srovnatelného věku

Tab. 2 - Charakteristiky generativních výsadeb (aktualizováno v průběhu 3. roku řešení projektu)

VÝSADBA	2b - Fichtelberg 242 A ₄	3b (I. varianta) - Velké jeřábí jezero 108 B ₁	3c (II. varianta) - Přírodní park Přebuz 108 C ₀₂	4b - „Podsadba“ 506 B _{b/1r}
LČR, s. p., lesní správa	Klášterec	Kraslice	Kraslice	Litvínov
Revír	Klínovec	Rolava	Rolava	Moldava
Platnost LHP	2009–2018	2001–2010	2011–2020	2001–2010
Nadmořská výška [m n. m.]	940	900	925–945	750
PLO	1	1	1	1
LT	7K3/7M3	7K3	7K3	7K3
Hospodářský soubor	73	73	731	73
Rok výsadby	1991	1999	1999	1999
Počet hodnocených jedinců	203	Vyřazena z hodnocení	200	173
Bližší charakteristika a původ sadebního materiálu	Sazenice	Sazenice	Sazenice	Sazenice RCK
Věk sazenic při výsadbě	3	3	3	3
Způsob výsadby (jamkový/sazečem)	Jamky 35×35 cm	Jamky 35×35 cm	Jamky 35×35 cm	Jamky 35×35 cm
Sazenice ze školky v		Bublava	Bublava	Litvínov-Nisula

4.1.3.1. LS LČR Horní Blatná

Na této lokalitě se nepodařilo ve spolupráci s lesním provozem nalézt odpovídající generativní výsadbu smrku srovnatelného věku. Jediný porost, který přicházel v úvahu, byl sice v lesní hospodářské evidenci veden v roce 1993 jako 0, při rekognoskaci se však ve srovnání s řízkovanci jevil o 3–4 roky mladší. Na výsadbě s vegetativními potomstvy rezistentních smrků byla navíc oproti uvažovanému porostu provedena buldozerová příprava půdy, čímž byly podmínky řízkovanců ve srovnání s generativní výsadbou zhoršeny. Možnost vzájemného porovnání obou porostů byla tedy na místě vyhodnocena jako nerealizovatelná.

4.1.3.2. LS LČR Klášterec, výsadba č. 2b - Fichtelberg

Vybraná část porostu se nachází podél silnice Měděnec-Boží Dar. Na této ploše byl původně vysazen rovněž smrk pichlavý, který je však v současnosti již vyřezán. Příprava půdy zde realizována nebyla a výsadba nebyla ani oplocena. Jde opět o extrémní („hladovou“) lokalitu.

Z hodnocení byli vypuštěni velmi malí jedinci (nejasné, zda nejde o mladší materiál). U značného počtu jedinců bylo pozorováno zmnožení vrcholových prýtů způsobené zvěří. V době měření byl na smrcích patrný pouze starší nátěr repelentem.

V období 2010–2011 byla realizována, v rámci konzultací k ekonomickým nákladům souvisejících s výsadbami vegetativních a generativních potomstev, předběžná šetření s cílem identifikovat původ použitého sadebního materiálu u této i u dalších ploch s generativními

výsadbami. Výsledky těchto šetření jsou prezentovány kapitole 4.1.3 (Tab. 2) předkládané ZTZ.



Foto 9 - LS Klášterec, Fichtelberg (J. Čáp, 10. 9. 2009)

4.1.3.3.1. LS LČR Kraslice, výsadba č. 3b - Velké jeřábí jezero (I. varianta)

Na lokalitě lze pozorovat žloutnutí smrku, poškození terminálu zaznamenáno nebylo. Dle informací lesního personálu se tu zvěř vyskytuje až v létě, v zimě je její výskyt znemožněn vzhledem k množství sněhu. V porostu se před výsadbou smrků, které věkově odpovídají řízkovancům, bohužel již vyskytovaly starší smrky z přirozeného zmlazení.

Vylišení výzkumného materiálu v roce 2010 na základě spočítání přeslenů, jak bylo zamýšleno při výběru této výsadby, nebylo bohužel s dostatečnou jistotou proveditelné. Tato plocha tedy musela být z hodnocení vyřazena.



Foto 10 - LS Kraslice, Velké jeřábí jezero (J. Čáp, 21. 4. 2010)

4.1.3.3.2. LS LČR Kraslice, výsadba č. 3c - Přírodní park Přebuz (II. varianta)

Na základě závěrů a požadavků z projednávání DTZ II bylo rozhodnuto, že s ohledem na nemožnost hodnocení původně vybrané srovnávací generativní výsadby na LS Kraslice bude vyhledána náhradní lokalita srovnávací generativní výsadby, aby tak byly splněny podmínky a předpoklady k formulaci exaktního doporučení k hospodaření s vegetativním sadebním materiálem smrku ztepilého v Krušných horách, který by měl být řešitelským týmem předložen ve formě DRV II. Ve spolupráci s Ing. O. Hrdličkou a vedením LS LČR Kraslice byla tedy v květnu 2011 vyhledána náhradní lokalita srovnávací výsadby. Tato náhradní lokalita (Přírodní park Přebuz) byla zalesněna ve stejném roce, jako původně vybraná lokalita Velké jeřábí jezero, tedy v roce 1999, stejným způsobem i stejným sadebním materiálem (Tab. 2). Stejně tak se v obou případech shodují i další parametry, zejména hospodářský soubor (HS 731) a lesní typ (LT 7K3). Srovnatelné jsou např. i škody zvěří, vitalita i zdravotní stav obou výsadeb.

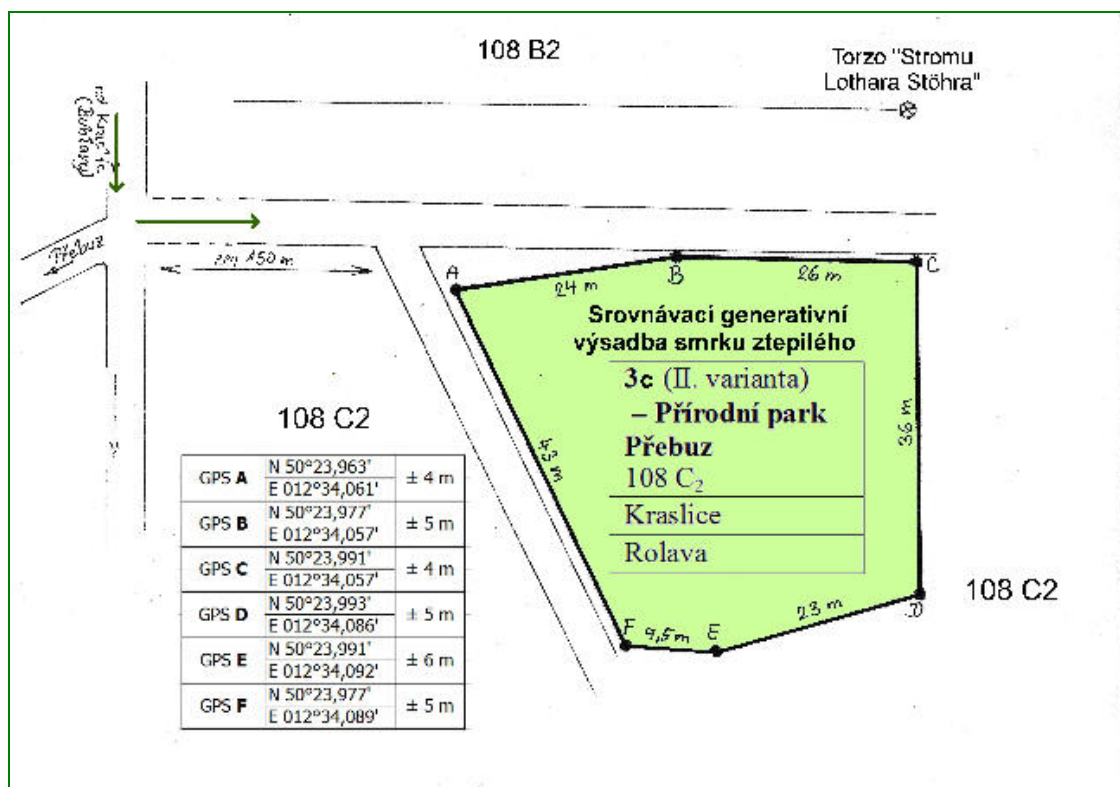
Na náhradní lokalitě bylo v květnu 2011 realizováno biometrické šetření a začátkem června i fytocenologický průzkum. Dílčí výsledky obou šetření byly prezentovány společně s výsledky šetření ostatních ploch v příslušných kapitolách a přílohách DTZ III.



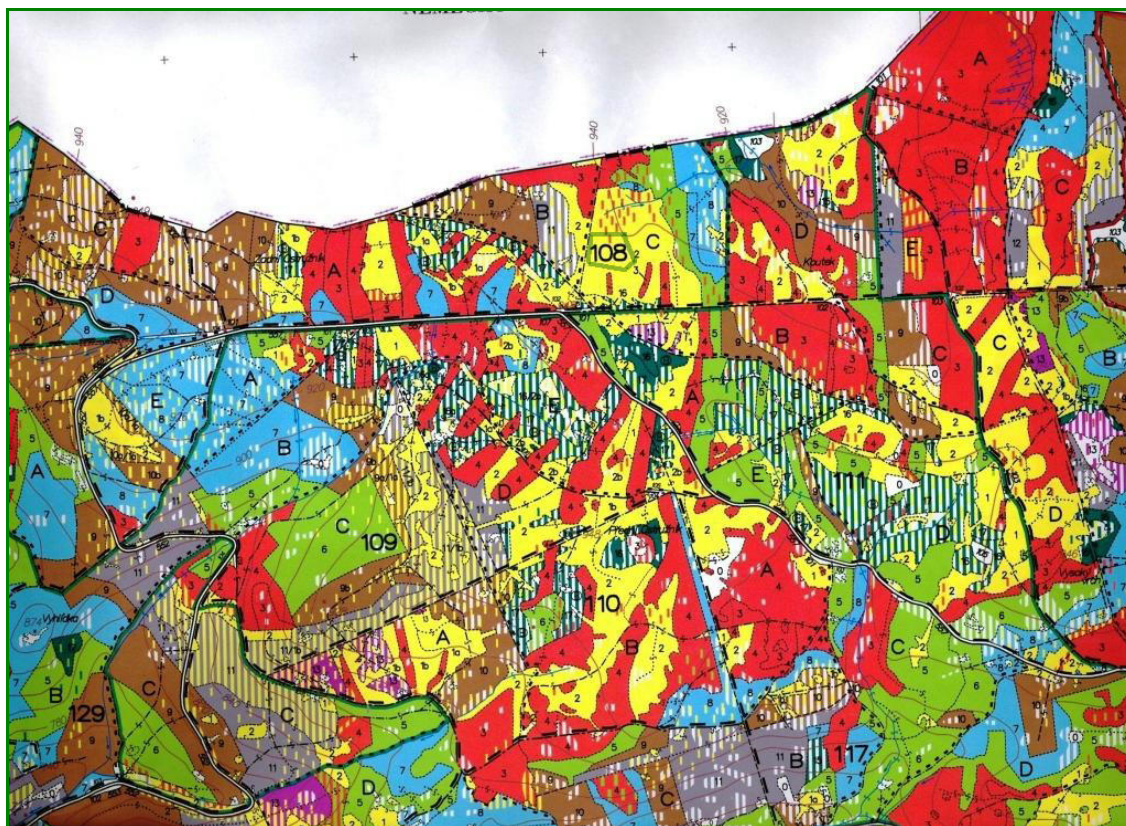
Foto 11 - LS Kraslice, Přírodní park Přebuz, pohled na okraj generativní výsadby SM (J. Frýdl, 25. 5. 2011)



Foto 12 - LS Kraslice, Přírodní park Přebuz, fruktifikující jedinci v generativní výsadbě SM (J. Frýdl, 25. 5. 2011)



Obr. 2 - LS Kraslice, Přírodní park Přebuz, plánec srovnávací generativní plochy (II. varianta)



Obr. 3 - LS Kraslice, Přírodní park Přebuz, lokalizace srovnávací generativní plochy (II. varianta), odd. 108 C₂

4.1.3.4. LS LČR Litvínov, výsadba č. 4b - „Podsadba“

Obalovaný (RCK) generativní materiál smrku ztepilého byl společně se smrkem pichlavým vysazen formou podsadby v roce 1999. Smrk pichlavý byl na lokalitě již vyřezán a dnes se zde vyskytuje již jen několik jedinců této introdukované dřeviny.



Foto 13 - LS Litvínov, „Podsadba“ (P. Novotný, 16. 4. 2009)

4.2. Metodika

4.2.1. Hodnocení kvantitativních a kvalitativních znaků

Na výsadbách vegetativních potomstev rezistentních jedinců smrku ztepilého původem z Krušných hor byly na lokalitách LS Horní Blatná, LS Klášterec, LS Kraslice a LS Litvínov vymezeny výzkumné plochy, které obsahují buď určité ucelené bloky disponibilních řízkovanců, nebo u větších výsadeb přibližně 200 jedinců. U generativních výsadeb věkově odpovídajících výsadbám řízkovanců byly podle možností vymezeny výzkumné plochy, zahrnující rovněž ca 200 jedinců. K této úpravě původně navrhovaných metodických postupů řešení projektu bylo přikročeno na začátku jeho řešení po terénní prohlídce vegetativních výsadeb a po zvážení reálných možností hodnocení ploch. Vzhledem ke skutečnosti, že výsadby byly zakládány jako plochy poloprovozního charakteru, tedy ne podle metodických postupů obvyklých pro zakládání výzkumných experimentů (zejména vylíšení potřebných opakování testovaných variant), nemělo by jejich dodatečné rozdělení na bloky smysl.

Na takto vylíšených výzkumných plochách proběhlo v 1.–2. roce řešení projektu měření výškového a tloušťkového růstu potomstev, hodnocení tvárnosti kmene, stability jedinců, vitality a poškození biotickými a abiotickými činiteli. Na náhradní lokalitě srovnávací

generativní výsadby č. 3c bylo biometrické šetření realizováno v květnu 2011 a začátkem června 2011 byl proveden i fytocenologický průzkum.

V rámci syntetického zpracování výsledků biometrických šetření na vymezených výzkumných plochách vegetativních a generativních výsadeb byla věnována pozornost jak kvantitativním charakteristikám (výška, tloušťka), tak kvalitativním znakům (tvárnost kmene, vitalita aj.).

4.2.2. Vytyčení a stabilizace plochy

Podle možností je přednostně volen pravidelný tvar (čtverec, nebo obdélník). Vymezené výzkumné plochy jsou pro umožnění jejich případného dalšího využití v budoucnu postupně stabilizovány. Za tímto účelem jsou některé jejich význačné hraniční body (např. rohové) zaměřeny systémem GPS do souřadnicového systému a v terénu stabilizovány kovovými geodetickými harpunami, které jsou na povrchu opatřeny žlutým signalizátorem. Jeden z bodů je vždy navíc označen žlutou kovovou trubkou, která vyčnívá ca 1 m nad povrch terénu (foto 11). V budoucnu tak bude teoreticky možné zopakovat měření alespoň ve většině na stejných jedincích vegetativního i generativního původu. Přibližnou polohu stabilizovaných bodů bude možno nalézt pomocí přístroje GPS. Vzhledem k několikametrovým odchylkám, ke kterým při zaměřování v lese dochází, by však k jejich nalezení v travním podrostu bylo zřejmě nutno použít např. detektor kovů.

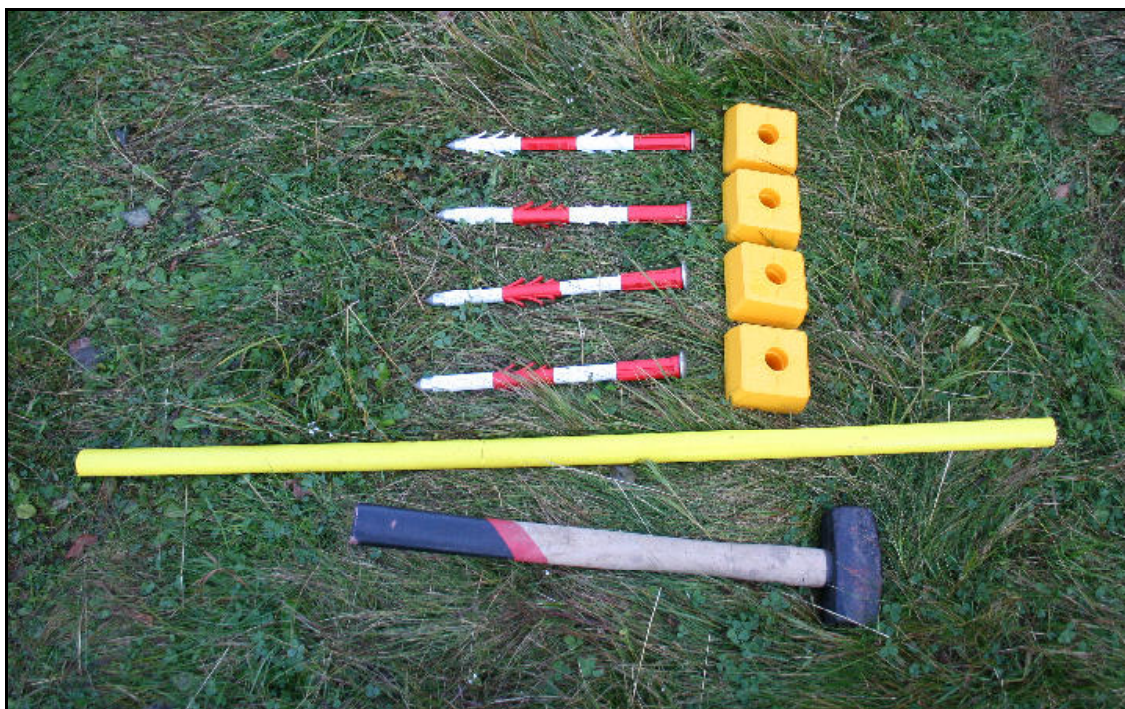


Foto 14 - Pomůcky pro stabilizaci výzkumných ploch (J. Čáp, 10. 9. 2009)



Foto 15 - Ukázka stabilizace výzkumné plochy LS Klášterec, Ptačí alej (J. Čáp, 10. 9. 2009)

4.2.3. Terénní šetření, postupy měření a hodnocení

Na plochách byl hodnocen výškový a tloušťkový růst potomstev ($d_{0,5}$, $d_{1,3}$), tvárnost kmene, vitalita, poškození.

Tvárnost kmene:

1. Absolutně rovný
2. Mírně zakřivený
3. Silně zakřivený
4. Křivolaký až keřovitý

Poznámka: Při hodnocení byly rovněž zaznamenávány dvojáky (D) a jedinci s minimálně třemi vrcholy (T).

Vitalita:

1. Zdravý
2. Viditelné změny (např. barva jehličí)

Poznámka: Při hodnocení byl zaznamenáván výskyt korovnice, žloutnutí jehlic a zastínění okolními stromy.

V období 2010–2011 byly změřeny všechny vegetativní a jim odpovídající generativní výsadby smrku, které se podařilo ve spolupráci s lesním provozem vyhledat. Poslední změřenou plochou byla generativní výsadba na LS LČR Kraslice, PP Přebuz. Tato lokalita byla zvolena jako náhradní za původně vybranou, ale nevyhovující lokalitu Velké jeřábí jezero na téže lesní správě.

Statistické hodnocení proměnlivosti sledovaných charakteristik a interpretace získaných výsledků bylo prezentováno v samostatné příloze DTZ III. Zpracování a příprava datových souborů pro statistické zpracování byly realizovány podle doporučených postupů (MELOUN et MILITKÝ 2006).

4.2.4. Stanovištní charakteristiky a kořenové analýzy

RNDr. V. Buriánek (nový řešitel místo Ing. J. Kaňáka, V. Vítové a R. Jiráska) provedl fytocenologický průzkum lokalit. Pro každou plochu byl v průběhu řešení projektu zpracován jeden fytocenologický snímek (DTZ II - Příloha 2, DTZ III - Příloha 2).

Na všech plochách bylo provedeno hodnocení přizemní vegetace semikvantitativní metodou fytocenologických snímků. Snímky byly zpracovány na reprezentativních čtvercových plochách o rozměrech 10×10 m, které byly vybrány tak, aby nejlépe charakterizovaly dané stanoviště z hlediska vegetace. Při hodnocení byla použita upravená osmičlenná kombinovaná stupnice abundance a dominance podle Braun-Blanqueta. Početnost a pokryvnost jednotlivých druhů byla klasifikována podle následující stupnice:

- r – druh velmi vzácný, většinou pouze jeden jedinec nebo několik se zanedbatelnou pokryvností
- + – druh vzácný (ale alespoň dva jedinci na ploše) nebo občasně se vyskytující, ale s malou pokryvností
- 1 – druh početný, ale s malou pokryvností nebo méně početný s vyšší pokryvností, nejvýše ale 5 % (často ojedinělé keře nebo vzácnější trávy)
- 2a – druh velmi početný (hojný) při velkém počtu malých jedinců s pokryvností kolem 5 % nebo při menším počtu větších rostlin pokryvnost 5–15 %
- 2b – totéž jako 2a, ale pokryvnost je vždy 15–25 % celkové plochy
- 3 – druh s pokryvností 25–50 %
- 4 – druh s pokryvností 50–75 %
- 5 – druh s pokryvností 75–100 %

U stupňů r, +, 1, a 2a se přihlíží spíše k početnosti populace, u vyšších stupňů pouze k pokryvnosti jednotlivých druhů. Kromě toho byla stanovena celková pokryvnost jednotlivých pater:

- E3 – stromové
- E2 – keřové
- E1 – bylinné
- E0 – mechové

Na všech sledovaných plochách byla provedena typologická (PRŮŠA 2001) a fytocenologická klasifikace vegetace a byly zpracovány jejich vegetační charakteristiky na základě potenciální přirozené vegetace podle Neuhäuslové (NEUHÄUSLOVÁ et al. 1998) a katalogu biotopů (CHYTRÝ et al. 2001). Dále byl zjišťován počet druhů bylinného patra jako jednoho z důležitých faktorů významných z hlediska biologické rozmanitosti. Fytocenologické vymezení a nomenklatura syntaxonomických jednotek je podle příručky MORAVEC et al. (1995), nomenklatura vědeckých názvů rostlin je podle KUBÁTA et al. (2002).

U vybraných jedinců vegetativního a generativního původu byl analyzován kořenový systém s cílem získat informace o případné rozdílnosti v jeho architektuře jako podklad k formulaci závěrů o stabilitě jedinců vegetativního původu ve srovnání s generativními potomstvy (viz samostatná příloha DTZ II /MAUER et al. 2010/).

Podle původních obecně formulovaných metodických postupů měly být analýzy kořenových systémů realizovány na vybraných plochách s vegetativními potomstvy a na vybraných plochách s generativními potomstvy s tím, že práce budou realizovány pouze na

dvou ze čtyř dvojic ploch, přičemž vlastní analýzy budou na každé lokalitě provedeny u minimálně 3 stromů.

Na základě diskuse při projednávání DTZ I, podle připomínek a doporučení oponentů a zejména podle upřesněných metodických doporučení zpracovatele této části řešení projektu (kořenové analýzy byly dodavatelem způsobem uskutečněny pracovním týmem prof. Ing. O. Mauera, DrSc., LDF MENDELU v Brně), byl počet analyzovaných stromů zvýšen na minimálně 8 na každé lokalitě.

4.2.5. Isoenzymové analýzy

Řešení této části projektu vychází z přehledu problematiky genetických markerů u lesních dřevin s využitím isoenzymů jako sledovaných markerů (CHELIAK et PITEL 1984). Výběr sledovaných isoenzymových lokusů byl v rámci tohoto projektu ve srovnání s prvními analýzami matečnic smrku ztepilého (IVANEK et MARTINCOVÁ 2005, 2008) rozšířen. Odpovídá tak přibližně souboru lokusů, který je řešitelským pracovištěm u smrku ztepilého běžně sledován i v jiných případech (např. IVANEK, MATĚJKA et NOVOTNÝ 2009).

Terénní práce:

Odběry biologického materiálu byly provedeny v období dormance 7. 4. 2009, 1. 4. 2010 a 22. 2. 2011 v matečnici smrku ztepilého Hrad (výsadba 10.–11. 5. 2006, 7. a 8. LVS; dosadba 20. 3. 2007, 8. LVS; výměra výsadby 0,35 ha, celková výměra 0,50 ha).

První odběr v roce 2009 byl proveden v omezeném rozsahu za účelem orientačních isoenzymových analýz, druhý a třetí odběr v letech 2010–2011 byly již provedeny v rozsahu představujícím reprezentativní soubor pro užší výběr vzorků. V r. 2010 byl odebrán materiál z 243 řízkovanců, odpovídajících 106 klonům z celkového počtu 423 klonů v matečnici, v r. 2011 doplňující odběr 133 řízkovanců, odpovídajících 43 klonům. Pro uskutečnění odběrů v letech 2010–2011 byly využity pouze ty části matečnice, kde se podařilo spolehlivě identifikovat polohu jednotlivých řízkovanců.

Laboratorní práce a vyhodnocení výsledků:

Jako biologický materiál pro isoenzymové analýzy byly sledovány dormantní pupeny, odebrané z výchozích jedinců v období mimo vegetační sezónu (viz výše).

Genetická identifikace vzorků smrku ztepilého pomocí isoenzymových analýz byla provedena s použitím jednorozměrné horizontální elektroforézy na škrobovém gelu, s využitím elektroforetické linky firmy Pharmacia Biotech/Multiphor II. Byl využit software ImageMaster a IsoEnz, používaný pro zpracování naměřených dat.

Za účelem spolehlivého rozlišení jednotlivých klonů byly analyzovány takové enzymatické systémy, resp. isoenzymové lokusy, které se vyznačují dostatečnou aktivitou ve sledovaném materiálu a zahrnují zároveň lokusy dostatečně polymorfní. Primární výsledky ve formě zymogramů byly elektronicky archivovány a vyhodnoceny s pomocí akreditovaných postupů, vyvinutých isoenzymovou laboratoří Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Biologický materiál byl z genetického hlediska charakterizován na základě přítomnosti alel, odpovídajících různé elektroforetické pohyblivosti, kde jsou výsledky vyjádřeny formou alelických párů pro jednotlivé lokusy.

S využitím statistické metody CLU (shlukové analýzy) byly vyhodnoceny genetické vzdálenosti jednotlivých klonů, resp. pro reprezentativní skupiny řízkovanců, které tvořily podstatnou část těchto klonů. Za účelem srovnání byl do struktury dendrogramu začleněn genotyp, reprezentativní pro populaci smrku ztepilého poblíž horní hranice lesa (IVANEK, MATĚJKA et NOVOTNÝ 2009). Pozn.: Toto srovnání bylo zvoleno proto, že byl tento genotyp zjištěn v jiné oblasti (PLO 22), jedná se zároveň o vzorek populace rezistentní (strestolerantní) vůči teplotním výkyvům a imisím.



Foto 16 - LS Klášterec, matečnice Hrad (J. Čáp, 22. 4. 2010)

5. Výsledky

5.1. Vyhodnocení výsledků biometrických, jakostních a zdravotních charakteristik ověřovaných výsadb

V období 2009–2011 bylo realizováno hodnocení ověřovacích ploch se smrskem ztepilým vegetativního původu na lokalitách LS Litvínov, LS Klášterec, LS Kraslice a LS Horní Blatná. Na těchto lesních správách, s výjimkou LS Horní Blatná, na které se vhodnou plochu nepodařilo nalézt, byly rovněž hodnoceny zvolené ověřovací plochy smrku ztepilého založené provozním způsobem materiálem generativního původu.

Podle schválených metodických postupů řešení projektu byla na ověřovacích plochách s potomstvy smrku ztepilého vegetativního a generativního původu provedena biometrická šetření kvantitativních a kvalitativních charakteristik ověřovaných potomstev. Hodnoceny byly jejich výškový a tloušťkový růst, tvárnost kmene a vitalita jednotlivých stromů. Výsledky uvedených šetření byly převedeny do elektronické formy a bylo provedeno statistické zpracování získaných dat.

V roce 2011 byla vyhledána náhradní lokalita srovnávací výsadby na LS LČR Kraslice, (Tab. 2), na které bylo v květnu 2011 realizováno biometrické šetření a začátkem června 2011 i fytocenologický průzkum. Údaj o výšce jedinců smrku na této výsadbě byl pro možnost srovnání s měřeními na ostatních výsadbách zjišťován u předposledního přeslenu, u obou tloušťek však hodnoty odpovídají o 1 rok vyššímu věku.

Výsledky biometrických šetření v náhradní srovnávací generativní výsadbě smrku ztepilého na LS LČR Kraslice, Přírodní park Přebuz v květnu 2011 byly statisticky vyhodnoceny a jsou, společně s výsledky z již dříve hodnocených ploch, připojeny v samostatné příloze DTZ III.

5.2. Posouzení předpokladů a ukazatelů stability ověřovaných výsadeb na základě výsledků vyhodnocení analýz kořenových systémů vybraných variant vegetativního a generativního původu

V druhém roce řešení projektu byly na vybraných lokalitách uskutečněny analýzy kořenových systémů vegetativních a generativních výsadeb. Práce byly zajištěny dodavatelským způsobem pracovním týmem prof. Ing. Oldřicha Mauera, DrSc. a získané výsledky včetně posouzení stability ověřovaných výsadeb byly shrnuty v závěrečné zprávě „Vývin a zdravotní stav kořenového systému vegetativně množených rezistentních stromů smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karst.) v imisní oblasti Krušných hor“ (MAUER et al. 2010). Tato závěrečná zpráva byla připojena v elektronické i vytištěné formě (v jednom vyhotovení) k DTZ II, jejíž oponentura proběhla 17. 12. 2010 na KŘ Teplice.

V rámci analýz kořenových systémů byly vzájemně porovnávány architektonika, funkčnost a zdravotní stav vybraných vegetativních a generativních výsadeb na lokalitách LS LČR Litvínov a LS LČR Klášterec. Při formulování závěrů vyplývajících z těchto analýz bylo konstatováno, že na obou typech výsadeb byly u všech analyzovaných jedinců zjištěny nejzávažnější deformace kořenového systému (do strboulu) a u většiny z nich bylo zjištěno napadení václavkou. V závěrech uvedené práce se konstatuje, že se jedná o důsledek užití nekvalitního sadebního materiálu, nevhodnou biotechniku sadby a v oblasti LS LČR Klášterec i výsadbu smrku na neodpovídající stanoviště. Na této vegetativní výsadbě podle zjištění zpracovatele kořenových analýz mají vysazení jedinci velmi malý a málo funkční kořenový systém, který je často napaden hnilobou. U vegetativní a generativní výsadby na lokalitách LS LČR Litvínov nebyly zjištěny žádné rozdíly ve vývinu, funkčnosti a zdravotním stavu kořenového systému mezi porostem založeným řízkovanci a porostem založeným sadebním materiálem generativního původu.

5.3. Vytvoření databáze získaných poznatků o kvantitativních a kvalitativních charakteristikách ověřovaných výsadeb, včetně fotografické dokumentace

Do databáze byla zařazena nová data z měření v roce 2011 (DTZ III, Příloha 1) spolu s aktualizovanou fotodokumentací.

5.4. Databáze výsledků isoenzymových analýz a jejich statistické zpracování, zahrnující genetické ověření řízkovanců

Dne 7. 4. 2009 byl proveden orientační odběr dormantních pupenů řízkovanců z matečnice na lokalitě Hrad, 1. 4. 2010 byl na této lokalitě odběr zopakován v rozsahu 243 vzorků, resp. 106 klonů, což představuje reprezentativní soubor pro výběr vzorků pro následné analýzy isoenzymů.

Dne 22. 2. 2011 byl proveden doplňující odběr dormantních pupenů ze souboru 133 řízkovanců v matečnici Hrad, LS Klášterec. Vzorky budou využity k rozšíření isoenzymových analýz a archivaci biologického materiálu. S využitím clusterové analýzy byly vyhodnoceny výsledky isoenzymových analýz z r. 2010 z hlediska genetických rozdílů jednotlivých klonů. Byly provedeny a zpracovány analýzy klonu, zastoupeného nejvyšším počtem řízkovanců ze souboru všech klonů v matečnici Hrad.

5.5. Archivace souboru vzorků biologického materiálu, trvale uskladněného a chráněného před denaturací hlubokým zamražením na pracovišti řešitele

Vzorky dormantních pupenů řízkovanců z odběrů na LS Klášterec (duben 2010, únor 2011) byly uskladněny v hlubokomrazícím boxu při teplotě -80 °C. Reprezentativní část vzorků bude dlouhodobě archivována.

Byl doplněn elektronický archiv gelů (zymogramů), které představují isoenzymové analýzy 77 vzorků (dvakrát opakované zkoušky, s využitím porovnávacího standardu), reprezentujících 11 klonů s nejvyšším počtem řízkovanců z odebraného souboru a 1 klon s nejvyšším počtem řízkovanců z celé matečnice. Bylo sledováno 10 isoenzymových lokusů, tj. G-6-PDH, GDH, SDH-A, PGM-A, MDH-B, MDH-C, IDH-B, AAT-A, AAT-B a AAT-C.

5.6. Zpracování genetické charakteristiky matečnice Hrad na základě výsledků isoenzymových analýz

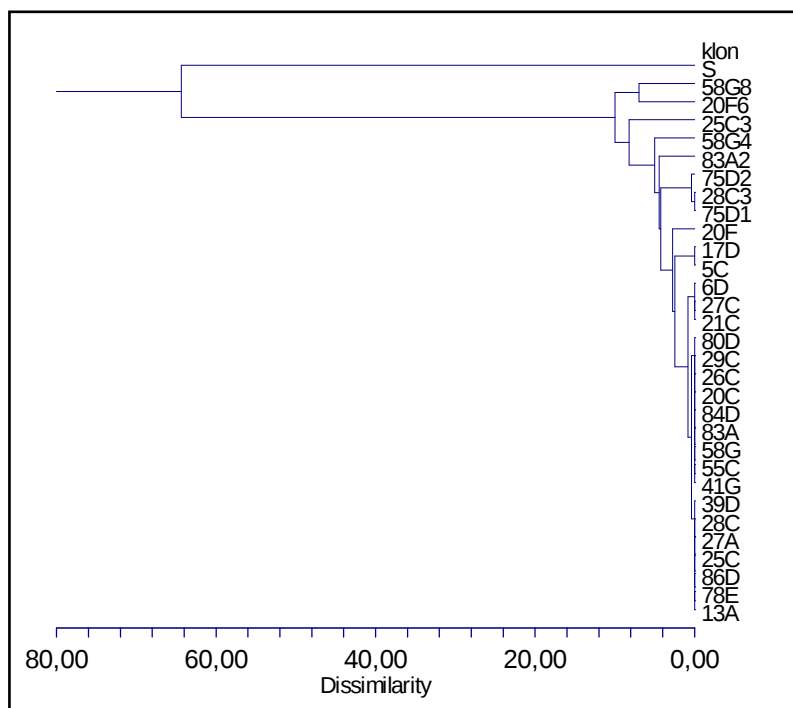
Genetické charakteristiky byly sledovány v matečnici Hrad, kde jsou vysazeni řízkovanci strestolerantních jedinců smrku ztepilého z matečnice Lísek u Plzně. V průběhu řešení projektu byly v matečnici Hrad realizovány aktivity zaměřené na genetický screening statisticky reprezentativního souboru jedinců smrku ztepilého. Z matečnice byly odebírány vzorky k isoenzymovým analýzám, jejichž cílem bylo ověřit stupeň genetické diverzity disponibilního materiálu. U části klonů, tj. u těch, kde byl odebrán vyšší počet (7 až 19) řízkovanců byl proveden odhad genetické homogenity klonů.

Sledování genetické skladby sbírky rezistentních variant krušnohorského smrku navazuje z tématického hlediska na genetický výzkum mrazového a imisního poškození porostů smrku v letech 1995–1996, provedený v revírech LS Červený Hrádek, kdy byly zjištěny významné rozdíly v genetické skladbě mezi strestolerantními (rezistentními) a senzitivními jedinci této dřeviny (IVANEK 2000a, 2001, 2003). V návaznosti na sledování porostů a populací smrku v různých stanovištních podmínkách (IVANEK 2004, 2006b) byl rovněž sledován porost v podmínkách zvýšeného environmentálního stresu poblíž horní hranice lesa v oblasti Krkonoš, kde lze předpokládat zvýšenou adaptabilitu na tyto podmínky a kde byl také zjištěn výskyt vzácných, charakteristických alel (IVANEK, MATĚJKA et NOVOTNÝ 2009). Tytéž alely byly později zjištěny i na jiných lokalitách u tzv. strestolerantních směsí horských populací smrku ztepilého (JURÁSEK et al. 2010).

Při orientačním sledování homogenity vybraných klonů bylo zjištěno, že ze sledovaných 12 klonů je 11 klonů nehomogenních, tj. v případě alespoň jednoho isoenzymového lokusu byl mezi řízkovanci zjištěn výskyt různých alelických párů (Příloha 4 - DTZ II, Příloha 3 - DTZ III). Mezi klony s nejvyšší nehomogenitou (50–100 %) patří 83A, 58G, 52A a 78E. Naopak nejvyšší homogenitou (nehomogenita 0–20 %) se vyznačují klony 86D, 5C a 41G. Klony 52A (Příloha 4 - DTZ II) a 18C (Příloha 3 - DTZ I), tj. klon s nejvyšším zastoupením

řízkovanců v matečnici se vyznačují tím, že jsou zastoupeny dvěma přibližně stejně početnými skupinami jedinců, reprezentovanými shodnými genotypovými kombinacemi. Tyto klony byly proto vyřazeny z dalšího vyhodnocování.

Na základě clusterové analýzy reprezentativního souboru matečnice Hrad, odpovídajícího 23 klonům, bylo zjištěno, že tento soubor je tvořen několika skupinami klonů, resp. řízkovanců, u kterých byla prokázána vzájemná genetická odlišnost různého rozsahu (dendrogram - Obr. 4). Pozn.: V dendrogramu je pro srovnání vyznačen genotyp (S) jako porovnávací vzorek, který odpovídá jedincům smrku v lokalitách s předpokládaným zvýšeným environmentálním stresem.



Obr. 4 - Dendrogram pro klony v matečnici Hrad na základě výsledků isoenzymových analýz (Centroid, Average Absolute Deviation); S - porovnávací vzorek

Podobně jako u většiny jiných syntetických populací lesních dřevin (GÖMÖRY, BRUCHÁNIK et LONGAUER 2003; IVANEK et PROCHÁZKOVÁ 2006; PROCHÁZKOVÁ et al. 2006; IVANEK, MATĚJKA et NOVOTNÝ 2009) byla zjištěna nehomogenita části deklarovaných klonů. Vzhledem k předpokladu, že všichni jedinci v matečnici představují rezistentní varianty krušnohorského smrku byly vyhodnoceny i geneticky vzájemně odlišné soubory, zjištěné v rámci těchto tzv. nehomogenních klonů. V matečnici Hrad tak bylo zjištěno 12 geneticky odlišných skupin, z nichž dvě jsou tvořeny větším množstvím 7–9 klonů, zatímco každá z dalších 10 skupin odpovídá pouze 1–3 klonům či samostatným řízkovancům (v případě „nehomogenních klonů“). Vzájemné genetické rozdíly jsou přitom největší mezi skupinami, zastoupenými malým množstvím klonů, což naznačuje, že právě tyto klony jsou nositeli větší části genetické diverzity v matečnici.

Porovnáním s jinými soubory smrku ztepilého bylo zjištěno, že genetická diverzita matečnice Hrad je nižší, než diverzita přirozeně rostoucích porostů a populací této dřeviny v ČR (IVANEK, MATĚJKA et NOVOTNÝ 2009), je však srovnatelná např. s diverzitou matečnice stresolerantních směsí horských populací smrku z oblasti Krkonoš (JURÁSEK et al. 2010).

Vyhodnocení isoenzymových analýz ukazuje, že genetickou diverzitu matečnice Hrad lze považovat za dostatečnou pro vnášení řízkovanců do oblasti Krušných hor. Určité snížení

její diverzity ve srovnání s porosty smrku lze přirozeně vysvětlit právě selekcí stresotolerantních jedinců. Vzhledem k tomu, že nositelem genetické diverzity je podstatná část celkového množství klonů a dále k tomu, že genetické zmapování celého souboru by bylo velmi nákladné, je možné k vnášení řízkovanců doporučit celou matečnici.

5.7. Charakterizace stanovištních podmínek výzkumných ploch

V rámci charakterizace stanovištních podmínek v projektu hodnocených vegetativních a generativních výsadeb smrku ztepilého byl v průběhu řešení projektu uskutečněn také stanovištní průzkum a byly zpracovány fytocenologické snímky těchto výsadeb. Součástí tohoto stanovištního průzkumu jsou vegetační charakteristiky jednotlivých výsadeb, které byly ve formě textového popisu, fotografických a tabelárních příloh připojeny v textových částech i přílohách DTZ II a DTZ III.

Ze šetření charakteristik stanovištních podmínek vyplývá, že většina sledovaných ploch se nachází v 7. lesním vegetačním stupni (plocha 1a v 8. LVS) v rozpětí nadmořských výšek od 750 do 1025 m n. m. Lokality jsou stanovištně velmi obdobné. Hlavní dominantou, často velmi výraznou, je třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), místy převládá brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*). Z typologického hlediska se jedná nejčastěji o kyselou bukovou smrčinu třtinovou, popř. borůvkovou (7K3, popř. 7K2). Dle fytocenologické klasifikace lze všechny lokality zařadit do svazu *Piceion excelsae* Pawlowski et al. 1928 a asociace horských třtinových smrčin *Calamagrostio villosae-Piceetum* Hartmann in Hartmann et Jahn 1967. Na zamokřených místech se ojediněle objevují přechody k podmáčeným smrčinám asociace *Sphagno-Piceetum* Tüxen 1937, Hartmann 1953. Poněkud odlišné charakteristiky byly zjištěny pouze u výsadby 2a - Ptačí alej, kde převládá nízká keříčková vegetace, kterou je možné zařadit do asociace borůvkové smrčiny *Vaccinio myrtilli-Piceetum* Szafer, Pawlowski et Kulczynski 1923, Sofron 1981.

Počet druhů bylinného patra v níže uvedených souhrnech fytocenologických snímků je většinou velice nízký a pohyboval se v rozmezí od 9 do 34. Nejvyšší počet druhů byl zjištěn na generativní výsadbě 2b - Fichtelberg. Druhovú diverzita bylin se zvyšovala na zamokřených místech a tam, kde jsou zastoupeny nelesní luční druhy, popř. kde podél komunikací pronikají druhy synantropní.

Plocha 1a - LS LČR Horní Blatná, revír Smrčná, lokalita Blatenský vrch

Lesní typ: 8K4 - kyselá smrčina třtinová, 8M3 - chudá smrčina borůvková.

Fytocenologická klasifikace: horská třtinová smrčina asociace *Calamagrostio villosae-Piceetum* Hartmann in Hartmann et Jahn 1967, popř. borůvková smrčina *Vaccinio myrtilli-Piceetum* Szafer, Pawlowski et Kulczynski 1923, Sofron 1981.

Klimaxová smrčina s malou příměsí buku, jeřábu, břízy a javoru klenu. Výraznou dominantou druhově chudého bylinného patra je třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*). Kodominantami jsou druhy metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) a brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*). Indikační druhy horských smrčin zastupuje sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*). V mechovém patře je zastoupen rašeliník.

Plocha 2a - LS LČR Klášterec, revír Klínovec, lokalita Ptačí alej

Lesní typ: 7K2 - kyselá buková smrčina borůvková, 7K3 - kyselá buková smrčina třtinová.

Fytocenologická klasifikace: borůvková smrčina *Vaccinio myrtilli-Piceetum* Szafer, Pawlowski et Kulczynski 1923, Sofron 1981.

Klimaxová smrčina s malou příměsí břízy. Většinou převládá nízká keříčková vegetace s dominantami brusnicí borůvkou (*Vaccinium myrtillus*), brusnicí brusinkou (*Vaccinium vitis-idaea*) a šichou černou (*Empetrum nigrum*). Místy je hojná třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*). Hojně se vyskytují druhy *Agrostis capillaris* a *Galium saxatile*. V relativně druhově pestrém bylinném patře se vyskytují též některé mezofilní luční druhy jako *Trifolium repens* a *Campanula rotundifolia* a semenáčky dřevin.

Plocha 2b - LS LČR Klášterec, revír Klínovec, lokalita Fichtelberg

Lesní typ: 7K3 - kyselá buková smrčina třtinová, 7M4 - chudá buková smrčina třtinová

Fytocenologická klasifikace: horská třtinová smrčina asociace *Calamagrostio villosae-Piceetum* Hartmann in Hartmann et Jahn 1967.

Klimaxová smrčina s malou příměsí buku a břízy. V keřovém patře byla vysazena olše zelená (*Alnus alnobetula*). Výraznou dominantou bylinného patra je třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*). Kodominantami jsou druhy psineček tenký (*Agrostis capillaris*) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). V druhově relativně bohatém bylinném patře se vyskytuje celá řada nelesních a synantropních druhů. Indikátorem horských smrčin je sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*). Mechové patro je nepatrné.

Plocha 3a - LS LČR Kraslice, revír Rolava, lokalita Rolava

Lesní typ: 7K3 - kyselá buková smrčina třtinová.

Fytocenologická klasifikace: horská třtinová smrčina asociace *Calamagrostio villosae-Piceetum* Hartmann in Hartmann et Jahn 1967.

Klimaxová smrčina s malou příměsí břízy a jeřábu. Výraznou dominantou druhově chudého bylinného patra je třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*). Kodominantami jsou druhy metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) a brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*). Indikační druhy horských smrčin zastupuje sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*). V mechovém patře převládá *Brachythecium* sp.

Plocha 3b (I. varianta) - LS LČR Kraslice, revír Rolava, lokalita Velké jeřábí jezero

Lesní typ: 7K3 - kyselá buková smrčina třtinová.

Fytocenologická klasifikace: horská třtinová smrčina asociace *Calamagrostio villosae-Piceetum* Hartmann in Hartmann et Jahn 1967.

Klimaxová smrčina bez keřového patra. Dominantou bylinného patra je buď třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*) nebo brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*). Místy je hojný bezkolenec (*Molinia coerulea*). Indikační druhy horských smrčin zastupuje sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*). Vyskytují se též některé mokřadní druhy jako *Juncus effusus* a *Juncus squarrosus*. V mechovém patře převládá *Brachythecium* sp.

Plocha 3c (II. varianta) - LS Kraslice, revír Rolava, lokalita Přírodní park Přebuz

Lesní typ: 7K2 - kyselá buková smrčina borůvková.

Fytocenologická klasifikace: horská třtinová smrčina asociace *Calamagrostio villosae-Piceetum* Hartmann in Hartmann et Jahn 1967, popř. borůvková smrčina *Vaccinio myrtilli-Piceetum* Szafer, Pawlowski et Kulczynski 1923, Sofron 1981.

Klimaxová smrčina s malou příměsí jeřábu. Výraznou dominantou druhově velmi chudého bylinného patra (zjištěno pouze 8 druhů cévnatých rostlin) je brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*). Místy jsou menší kolonie třtiny chloupkaté (*Calamagrostis villosa*). Sporadicky se objevují další trávy jako *Avenella flexuosa*, *Molinia coerulea*, *Agrostis capillaris*. Indikační druhy horských smrčin zastupuje sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*). V mechovém patře převládá rašeliník (*Sphagnum* sp.)

Plocha 4a - LS LČR Litvínov, revír Košťany, lokalita Pramenáč

Lesní typ: 7K3 - kyselá buková smrčina třtinová.

Fytocenologická klasifikace: horská třtinová smrčina asociace *Calamagrostio villosae-Piceetum* Hartmann in Hartmann et Jahn 1967.

Klimaxová smrčina s příměsí břízy. Výraznou dominantou druhově chudého bylinného patra je třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*). Kodominantou je maliník (*Rubus idaeus*) a starček hercynský (*Senecio hercynicus*). V bylinném patře se objevují některé luční nelesní druhy. Mechové patro je nepatrně vyvinuto

Plocha 4b - LS LČR Litvínov, revír Moldava, lokalita „Podsadba“

Lesní typ: 7K3 - kyselá buková smrčina třtinová.

Fytocenologická klasifikace: horská třtinová smrčina asociace *Calamagrostio villosae-Piceetum* Hartmann in Hartmann et Jahn 1967.

Klimaxová smrčina s vysazeným modřínem. Výraznou dominantou druhově chudého bylinného patra je třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*). Kodominantou je starček hercynský (*Senecio hercynicus*). Indikační druhy horských smrčin zastupuje sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*). Mechové patro je zanedbatelné.



Foto 17 - Plocha 3c (II. varianta) - LS Kraslice, revír Rolava, lokalita Přírodní park Přebuz. Výraznou dominantou druhově velmi chudého bylinného patra je brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*). (V. Buriánek, 8. 6. 2011)



Foto 18 - Plocha 3c (II. varianta) - LS Kraslice, revír Rolava, lokalita Přírodní park Přebuz. Indikační druhy horských smrčin zastupuje sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*).
(V. Buriánek, 8. 6. 2011)

5.8. Posouzení ekonomických nákladů souvisejících s pěstováním vegetativního a generativního sadebního materiálu a nákladů na pěstební opatření po jejich výsadbě

Jedním z cílů projektu GS LČR 9/2008 „Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných lokalitách Krušných hor, 2009–2011“ je porovnání vybraných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého a výsadeb generativního původu srovnatelného věku v Krušných horách.

Na základě dosavadního průběhu řešení projektu se zdá, že bude možno v určitých případech doporučit využívání řízkovanců pro provozní využití v konkrétních lokalitách Krušných hor. Pro možnost kalkulovat zvýšení nákladů na vypěstování řízkovanců ve srovnání s běžnými sazenicemi generativního původu je však třeba mít k dispozici informace

o ekonomických nákladech souvisejících s vypěstováním výsadbyschopných sazenic generativního a vegetativního původu.

Pro možnost kalkulace nákladů při využívání sadebního materiálu vegetativního původu ve srovnání s generativním materiálem je dále třeba získat dostupné informace o nákladech na následnou pěstební péči po vysazení obou typů sadebního materiálu do určitého růstového období, minimálně do stadia zajištěné kultury.

Z těchto důvodů byly řešitelským týmem připraveny dotazníkové formuláře, které byly zaslány zástupcům vybraných školkařských zařízení a zástupcům lesních správ LČR, s. p., na jejichž lokalitách jsou vysazeny výsadby vegetativních variant rezistentních jedinců smrku ztepilého, jejichž hodnocení je předmětem výše uvedeného projektu. S ohledem na metodické principy řešení projektu byli oslovení zástupci lesních správ požádáni také o údaje související s náklady na pěstební opatření u srovnávacích generativních výsadeb.

Osloveným zástupcům školkařských zařízení bylo zaručeno, že jimi poskytnuté informace nebudou použity k jiným účelům, než bylo uvedeno v žádosti o poskytnutí příslušných informací.

Jako podklad byly k jednotlivým dotazníkovým formulářům připojeny i výkonové číselníky pěstování sazenic i číselníky výkonů souvisejících s pěstováním sadebního materiálu i s pěstebními opatřeními po výsadbách sadebního materiálu.

5.8.1. Náklady na pěstování sadebního materiálu vegetativního a generativního materiálu

V rámci dotazníkového průzkumu bylo osloveno několik zástupců školkařských zařízení produkujících sadební materiál pro využití v lesnické praxi, tak i zástupce jedné školky produkující sadební materiál dřevin pro okrasné účely. Zástupce této školky, kde se produkuje sadební materiál pro okrasné účely, zaslal řešitelskému týmu informaci, že pěstováním vegetativního sadebního materiálu smrku ztepilého se jejich pracoviště nezabývá. Pokud jde o možnost porovnání ceny výsadbyschopných sazenic vegetativního a generativního původu, je jeho možnost ztížena tím, že se informaci o výrobní ceně smrkových řízkovanců podařilo získat pouze od jediného školkařského subjektu (Wotan Forest, a. s., divize školek⁶). S využitím modifikovaného číselníku výkonů souvisejících s pěstováním sadebního materiálu byl tímto pracovištěm vypracován podrobný rozpis všech pracovních operací s vyčíslením všech nákladů souvisejících s pěstováním vegetativního a generativního sadebního materiálu. Z poskytnutých informací vyplývá, že náklady na výrobu jedné sazenice vegetativního původu představují ca 14 Kč a náklady na výrobu jedné sazenice generativního původu představují ca 5 Kč. Uvedené hodnoty je však třeba pokládat spíše za orientační, s přihlédnutím k rozdílnému charakteru poskytovaných údajů v rámci dotazníkového šetření. Zjištěné informace nicméně korespondují i s dříve publikovanými údaji, že náklady na pěstování vegetativně množeného materiálu bývají několikanásobně (ŠINDELÁŘ 1982), resp. 1,5–3× (RADOSTA 1987) vyšší ve srovnání s generativním množením, a to v závislosti na použité technologii řízkování.

⁶ Společnost udělila prostřednictvím poskytovatele informací souhlas se zveřejněním svého jména.

5.8.2. Náklady na výsadbu a pěstební opatření u vegetativních výsadeb do stadia zajištěné kultury

Tab. 3 - Orientační náklady na výsadbu a pěstební opatření u vegetativních výsadeb do stadia zajištěné kultury

Lesní správa LČR, s. p., lokalita	Horní Blatná, Blatenský vrch	Kláštepec, Ptačí alej	Kraslice, Rolava	Litvínov, Pramenáč
Celkové náklady na výsadbu a pěstební opatření	1 296,00	108 802,00	129 271,00	69 840,00
Celkové náklady na 1 stromek do doby zajištěné kultury	17,51	31,10	45,82	96,48
Průměrné náklady na 1 stromek	47,73			
Průměrné náklady na 1 stromek (pouze LS Kláštepec a LS Kraslice)	38,46			

Tab. 4 - Orientační náklady na výsadbu a pěstební opatření u generativních výsadeb do stadia zajištěné kultury

Lesní správa LČR, s. p., lokalita	Kláštepec, Fichtelberg	Kraslice, Přebuz	Litvínov, „Podsadba“
Celkové náklady na výsadbu a pěstební opatření	5 881,00	1 983,00	2 502,40
Celkem náklady na 1 stromek do doby zajištěné kultury	28,94	9,90	20,41
Průměrné náklady na 1 stromek (LS Kláštepec, LS Kraslice, LS Litvínov)	19,75		

V průběhu zasílání dostupných informací řešitelskému týmu projektu v rámci dotazníkového šetření bylo zřejmé, že ne na všech oslovených lesních správách jsou požadované informace o v minulosti realizovaných výsadbách dosud k dispozici, takže charakter údajů o nákladech na pěstební opatření se v dotaznících mezi jednotlivými lesními správami značně lišil. K dispozici např. nebyly ve všech případech již ani údaje o odběratelských cenách obou typů sazenic, u vegetativní varianty byly poskytnuty tyto údaje od dvou lesních správ, u zbývajících dvou lesních správ tak bylo možno tyto údaje pouze odvodit od výsledné průměrné ceny. Toto však nebylo možné provést v případě generativních sazenic, kdy byl údaj o jejich odběratelské ceně poskytnut jen od jedné lesní správy.

V jednotlivých případech se rovněž značně odlišují např. údaje o nákladech na péči o výsadby, na opatření proti zvěři, na ožínání, hnojení apod. Nejkompletnější údaje byly v tomto smyslu poskytnuty od zástupců LS LČR Kraslice a Kláštepec.

I přes dílčí nedostatky výsledků dotazníkového šetření je však možno předpokládat, že náklady na pěstební opatření u vegetativních výsadeb budou vyšší, než je tomu v případě výsadeb generativních. Jak je z výsledků šetření zřejmé, vyžadují vegetativní výsadby větší pozornost, zejména v počátečním období po výsadbě. Tyto závěry je však třeba chápat pouze jako orientační, vzhledem k značně rozdílnému charakteru poskytnutých informací z jednotlivých lesních správ.

5.8.3. Souhrnné posouzení nákladů na pěstování sadebního materiálu vegetativního a generativního materiálu a nákladů na výsadbu a pěstební opatření u obou typů výsadeb

Nehledě na výsledky dotazníkového šetření lze za opodstatněné pokládat údaje o vyšších odběratelských cenách za sazenice vegetativního původu ve srovnání s generativními sazenicemi (náklady vynaložené ve školkařských zařízeních). Již s přihlédnutím k této skutečnosti je možno provozní náklady na vegetativní výsadby charakterizovat jako výrazně vyšší, než je tomu v případě provozních nákladů u výsadeb generativních.

Jak uvádí např. RADOSTA (1987) a jak také vyplývá z výsledků dotazníkového šetření mezi zástupci vybraných školkařských zařízení, jsou vlastní náklady na pěstování vegetativně množeného materiálu charakterizovány jako 1,5–3× vyšší než při generativním množení a to v závislosti na vlastních technologiích řízkování. Výsledky dotazníkového průzkumu realizovaného v rámci řešení projektu tyto informace potvrzují.

Ekonomické posuzování nákladů souvisejících s pěstováním vegetativního a sadebního materiálu a nákladů na pěstební opatření po jeho výsadbách je však komplikováno řadou dalších faktorů. Mimo jednoduchého posuzování vztahu vynakládaných nákladů a očekávaného hospodářského zisku je třeba věnovat pozornost i dalším mimoekonomickým efektům, jejichž nominální charakterizace je velmi obtížná a spíše pouze hypotetická (RADOSTA 1987). Za jeden z těchto efektů je třeba považovat i zisk genetický, který se může v takových specifických případech, za jaké je třeba považovat i výsadby vegetativních variant rezistentních jedinců smrku ztepilého na lokalitách, jejichž hodnocení je předmětem tohoto projektu, stát prvořadým a může dokonce výrazně eliminovat, v pozitivním smyslu, snahy o ekonomické posuzování nákladů souvisejících s pěstováním vegetativně množeného sadebního materiálu a sadebního materiálu generativního původu.

5.9. Zpracování doporučení pro další využití vegetativních potomstev odolných jedinců smrku ztepilého krušnohorského původu v oblasti Krušných hor na základě syntézy získaných výsledků

S přihlédnutím k obsahovému zaměření projektu GS LČR 9/2008 se základní doporučení na další využívání sadebního materiálu vegetativního původu vztahují prioritně na řízkovance vypěstované z materiálu zastoupeného v matečnici Hrad, LS Klášterec, tedy z klonů rezistentních jedinců smrku ztepilého. V návaznosti na tento základní předpoklad je třeba také dále přihlédnout k produkčním možnostem a disponibilním kapacitám školkařského zázemí, kde by měla být další produkce řízkovanců zajišťována. V úvahu je třeba také vzít doporučení vycházející jak z dosud publikovaných odborných prací zabývajících se problematikou využívání vegetativních variant krušnohorského smrku pro provozní účely, tak i z doporučení formulovaných v předkládané závěrečné zprávě a zejména v samostatném realizačním výstupu DRV II „Možnosti pěstebnímu využití rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu v Krušných horách“ (FRÝDL at al. 2011). Tato doporučení vycházejí z obecných předpokladů, že v podmínkách, které odpovídají prostředí Krušných hor by neměl celkový podíl zalesňování smrku ztepilého překročit limit 60 % a z tohoto podílu by zastoupení vegetativního sadebního materiálu nemělo překročit jednu třetinu. Podmínka 60% podílu smrku při zalesňování přitom vychází z předpokladů, že zbývající podíl obnovovaných dřevin bude tvořen zejména listnatými dřevinami, především bukem lesním, s cílem stabilizovat lesní porosty v Krušných horách a zajistit i žádoucí druhovou diverzitu dřevin. Cílové zastoupení dřevin v lesních hospodářských celcích je přitom obecně stanoveno

příslušnými lesními hospodářskými plány a vychází z typologických průzkumů v rámci hospodářské úpravy lesa. Vzhledem k specifickým charakteristikám Krušných hor jsou formy lesnického hospodaření v této oblasti již od počátku sedmdesátých let minulého století odvislé od principů formulovaných Směrnicí hospodaření pro lesní oblast Krušné hory, která byla v návaznosti na vymezování pásem ohrožených lesních porostů (MATERNA 1973) charakterizována zejména přechodem od maloplošných způsobů hospodaření k velkoplošným zásahům (SLODIČÁK et al. LOMSKÝ 2008), při využívání náhradních lesních dřevin. V současné době se tedy při realizaci obnovy lesa v oblasti Krušných hor bude jednat hlavně o přeměny porostů s náhradními dřevinami na porosty se základní cílovou druhovou skladbou vycházející z již zmíněných výsledků typologických průzkumů při přípravách nových LHP.

V rámci řešení projektu byla pozornost věnována hodnocení kvantitativních a kvalitativních charakteristik vegetativních a generativních výsadeb smrku ztepilého, přičemž byly sledovány i další parametry těchto výsadeb, včetně posouzení jejich stability kořenovými analýzami. Z těchto šetření vyplynulo, že v současném věku ověřovaných výsadeb jsou zjištěné hodnoty těchto charakteristik prakticky srovnatelné, což dává předpoklad k opodstatněným pozitivním úvahám o perspektivním využívání vegetativních variant rezistentních jedinců smrku ztepilého ve formě řízkovanců vypěstovaných ze zdrojů matečnice Hrad.

Při dodržení uvedených podmínek o podílu využívání těchto vegetativních variant je pak možno formulovat některé konkrétní zásadní principy a doporučení pro vlastní zalesňovací práce.

Způsoby a varianty výsadeb autovegetativních variant rezistentních jedinců smrku ztepilého, jejichž klony jsou soustředěny v matečnici Hrad (LS LČR Klášterec), jsou, jak již bylo výše naznačeno, odvislé od reálných produkčních možností při pěstování tohoto typu sadebního materiálu.

S ohledem na skutečnost, že v dostupných literárních pramenech není problematika využívání autovegetativních variant rezistentních jedinců smrku ztepilého řešena, je vhodné se soustředit na informace o způsobech zalesňování lokalit v imisních oblastech. Nemělo by se zřejmě jednat pouze o jednotlivé výsadby tohoto cenného sadebního materiálu, ať již s ohledem na již zmíněné vyšší náklady spojené s jeho pěstováním, tak i s přihlédnutím k reálnému riziku jeho vyšších ztrát po výsadbě v důsledku obtížného zajištění její následné komplexní a efektivní ochrany před škodami způsobenými na lokalitách Krušných hor zejména zvěří. Jako perspektivní a zároveň nejvhodnější způsob praktického využití tohoto cenného sadebního materiálu se proto doporučuje kombinace spíše maloplošných způsobů jeho výsadeb, kdy budou vegetativní varianty vysazovány ve formě vložených pásů (žeber), případně menších skupin (kotlíků), či formou skupinových výsadeb s menším sponem, eventuálně ve formě prosadeb mezi generativní výsadby smrku i jiných obnovovaných dřevin, včetně vzrostlých dřevin náhradních (Obr. 5a-b, 6a-b).

Pro možnost sledování vybraných vegetativních výsadeb autovegetativních variant rezistentních jedinců smrku ztepilého, mimo zajištění jejich důkladnější ochrany před škodami zvěří, se doporučuje tyto výsadby oplotit a jejich původ v LHP evidovat. Je zřejmé, že s ohledem na ekonomickou nákladnost takových opatření nebude tento způsob možné aplikovat ve všech případech.

Podle charakteru lokalit určených k výsadbám přichází v oblasti Krušných hor v úvahu buď varianta celoplošného zalesňování imisních holin, nebo využívání metody podsadeb v porostech přípravných dřevin s cílem vytvořit ekologicky funkční spodní dřevinné patro se zastoupením cílové dřeviny či kompletovat přirozenou obnovu ve vybraných porostech, které jsou obhospodařovány podle principů podrostního hospodářství, jak uvádějí na příkladu návrhů zalesňování imisních oblastí Krkonoš např. LOKVENC et al. (1992). V podmínkách

Krkonoš se metody podsadeb využívají ve smrkových porostech středního až vyššího věku, v případě Krušných hor se tato metoda doporučuje, jak je již výše uvedeno, k využití zejména v porostech přípravných dřevin. Jako další způsob je možno doporučit i metodu tzv. skupinové obnovy LOKVENC et. al (1992), jejíž aplikaci lze dosáhnout při nižších hektarových počtech zvýšení odolnosti i stability porostů a jejich rychlejšího zapojení. Tato metoda spočívá ve vytváření skupin a pásů v hustším sponu. Je tím do určité míry napodobována přirozená struktura porostů charakteristická pro smrk v oblasti kolem horní hranice lesa.

Technologické postupy vlastní výsadby autovegetativních variant rezistentních jedinců smrku ztepilého se mohou realizovat s využitím prostokořenných sazenic s dostatečně vyvinutým kořenovým i asimilačním systémem. Při zalesňování lokalit s nepříznivými stanovištními podmínkami se však mohou doporučit k využití i sazenice obalované. Tento způsob je sice náročnější na transport do obtížněji přístupných míst, zaručuje ale rychlejší adaptaci sazenic, vyšší ujímavost a menší potřebu pozdějšího vylepšování. Záleží samozřejmě na technologických způsobech pěstování a distribuce vegetativního sadebního materiálu. V případě využití prostokořenných sazenic se doporučuje využívat sazenice čtyřleté, z toho jeden rok školkované (3/1). Při výsadbě se doporučuje aplikovat jamkovou sadbu, s rozměry jamek 35×35 cm. Při zalesňování lokalit s nepříznivými stanovištními podmínkami se však mohou doporučit k využití i sazenice obalované. Tento způsob je sice náročnější na transport do obtížněji přístupných míst, zaručuje ale rychlejší adaptaci sazenic, vyšší ujímavost a menší potřebu pozdějšího vylepšování. Záleží samozřejmě na technologických způsobech pěstování a distribuce vegetativního sadebního materiálu.

Pokud jde o doporučení týkající se vhodného sponu sazenic při výsadbách a z toho vycházejícího hektarového počtu, který bude základním parametrem pro hustotu budoucích kultur, je možno, s ohledem na relativně obdobné výchozí podmínky a charakteristiky imisních oblastí Krkonoš a Krušných hor, vycházet jak z doporučení formulovaných LOKVENCEM et. al (1992), tak i z doporučení uvedených v souhrnné zprávě Lesnické hospodaření v Krušných horách (SLODIČÁK et al 2008), kdy je u prostokořenného sadebního materiálu v obou případech u celoplošných výsadeb doporučený počet 3–4 tis. sazenic na 1 ha. Pro oblast Krušných hor je pak ve zmíněné zprávě doporučen ještě další způsob výsadeb a tím jsou tzv. prosadby, které jsou z biologického hlediska vhodnější, než přeměna holosečnými obnovními prvky (BALCAR et SLODIČÁK 2008). Při aplikaci tohoto způsobu přeměn se doporučuje sazenice smrku ztepilého vysazovat ve vzdálenosti ca 1 m a větší od stávajících jedinců náhradních dřevin a to především na osluněnou stranu kotlíků a pruhů.

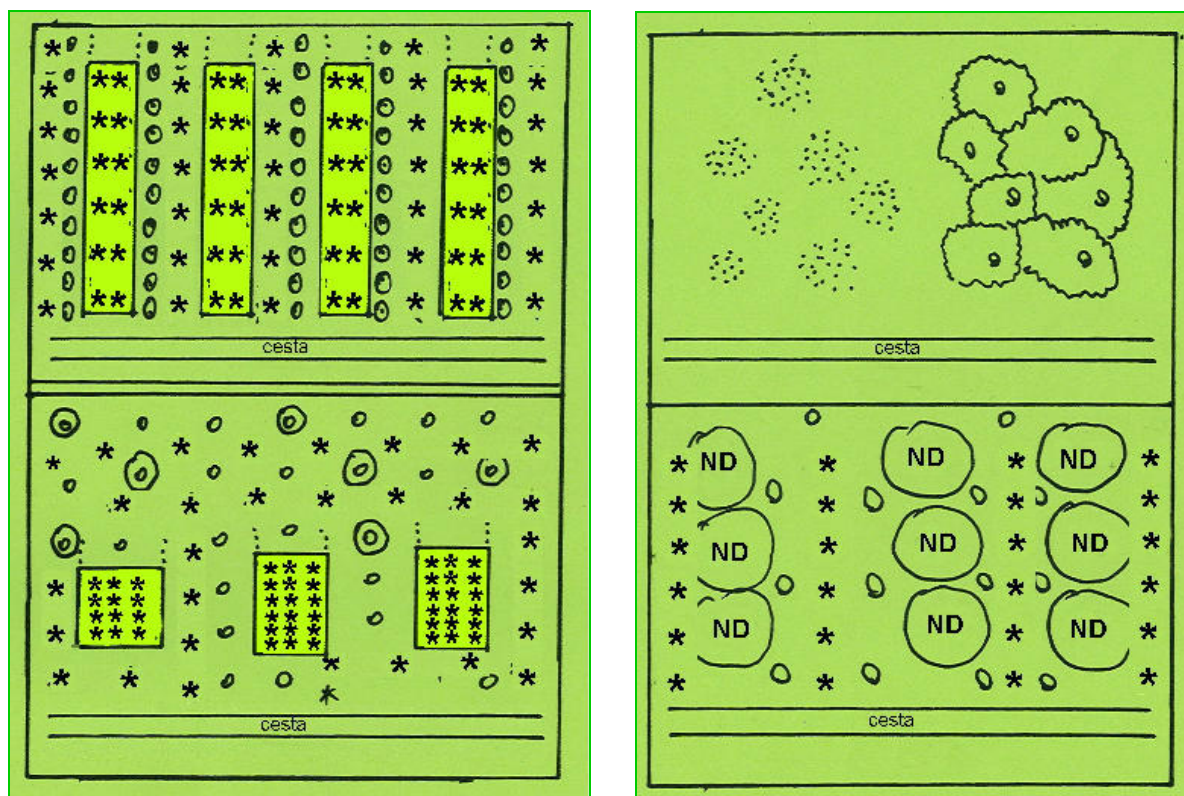
Vzhledem k specifickému charakteru těchto výsadeb se doporučuje věnovat vedle jejich již zmíněného oplocení⁷ větší pozornost i následným ochranným opatřením, jako je častější ožínání a výsek nežádoucích nalétlých dřevin, které by mohly negativně ovlivňovat růst a další vývoj vysazených jedinců smrku. Na místech se surovým humusem, kde by přirozený vývoj trval příliš dlouhou dobu, takže by mohlo dojít k výraznějším ztrátám, přichází v úvahu aplikace vhodných způsobů přihnojování těchto výsadeb (ŠINDELÁŘ, ČERVINKOVÁ et MRÁČEK 1964).

Při formulaci základních principů výchovy je třeba vycházet z toho, že oblast Krušných hor je stále nutno většinou charakterizovat jako oblast pod vlivem imisí. V této souvislosti se doporučuje přihlídnout k zásadním principům výchovy smrkových porostů na takových lokalitách charakterizovaných např. SLODIČÁKEM et al. (2008b), kteří uvádějí, že cílem výchovy smrkových porostů pod vlivem imisí je především zvýšení kvality a bezpečnosti

⁷ Při zakládání poloprodučních výsadeb na lokalitách v Krušných horách nebylo podmínkou jejich oplocování na ochranu před škodami zvěří. K jejich poškození zvěří docházelo v případech, kdy v okolí nebyl dostatek jiných atraktivnějších dřevin (HRDLÍČKA 2011 in verb.).

produkce (odolnost vůči námraze a sněhovým polomům, prodloužení životnosti stromů hlavního porostu - a tím i životnosti celých porostů, snížení kyselých podkorunových depozic z přetrvávající imisní zátěže a vytvoření mikroklimatu příznivého pro plynulou dekompozici opadu (zlepšení půdních podmínek, zabránění hromadění surového humusu).

S přihlédnutím ke komplexnímu charakteru formulací principů výchovy smrkových porostů v 5. až 8. lesním vegetačním stupni (LVS) Krušných hor navrhovaných SLODIČÁKEM et al. (2008b), autoři předkládané ZTZ doporučují z těchto zásad vycházet i v případě realizace výchovy porostů zakládaných s využitím autovegetativních variant rezistentních jedinců smrku ztepilého. Stejně tak je doporučeno přihlédnout k principům obnovy lesa v Krušných horách formulovaných ve stejné práci SLODIČÁKEM et al. (2008a).



Obr. 5a, b - Příklad využití kombinací maloplošných způsobů výsadeb autovegetativních variant rezistentních jedinců smrku ztepilého ve formě vložených pásů (žeber), případně menších skupin (kotlíků) - originál J. Frýdl

Obr. 6a, b - Příklad řešení skupinové obnovy (na horním nákresu vlevo počáteční stav a vpravo stav ve stadiu odrostlé kultury - podle LOKVENC et. al (1992); na spodním nákresu aplikace metody prosadieb - podle BALCAR et SLODIČÁK (2008), originál J. Frýdl

6. Závěr

Jak již bylo v předcházející kapitole zmíněno, základní doporučení na další využívání vegetativních potomstev smrku ztepilého krušnohorského původu v oblasti Krušných hor vyplývající ze závěrů řešeného projektu GS LČR 9/2008 se vztahují prioritně na další využívání řízkovanců vypěstovaných z materiálu v matečnici Hrad, LS Klášterec, tedy z klonů rezistentních jedinců smrku ztepilého.

V rámci dalších doporučení souvisejících s řešením problematiky záchrany, zachování a reprodukce krušnohorského smrku je však možno navrhnout i využívání dalšího klonového archivu založeného s využitím roubovanců vypěstovaných z roubů odebraných mj. i z rezistentních jedinců smrku ztepilého vyhledaných na vybraných lokalitách Krušných hor. Jedná se prakticky o vegetativní varianty stejného charakteru, jako v případě materiálu, který byl využit pro založení matečnice Hrad. Doporučovaný klonový archiv byl založen v 70. letech minulého století na lokalitě Cukrák u Jíloviště, která v té době administrativně spadala pod SPLO VÚLHM Jíloviště-Strnady a v dnešní době, v důsledku proběhlých restitucí a na ně navazujících majetkových a vlastnických změn, je obhospodařována subjektem Lesy Jíloviště, který spravuje restituovaný majetek současného vlastníka.

S přihlédnutím k době založení zmíněného klonového archivu lze předpokládat, že zakořeňovací schopnost z něj odebraných řízků bude výrazně nižší, ve srovnání s mladší matečnicí Hrad na LS Klášterec, doporučený způsob využití by spíše spočíval v odběru roubů pro založení nové matečnice.

Další eventuální využití tohoto klonového archivu spočívá v možnosti využít v něm soustředěný klonový materiál k realizaci nového experimentu, který by byl založen v podmínkách vybraných lokalit Krušných hor. Jak již bylo v průběhu oponentního řízení DTZ III konstatováno, nyní předkládané výsledky hodnocení vegetativních a generativních výsadeb odpovídají metodickým postupům jejich poloprovozního a provozního založení. Pro získání exaktnějších informací by bylo žádoucí uvažovat o založení specifické série výzkumných ověřovacích ploch v souladu s obvyklými zásadami aplikovanými v lesnickém výzkumu geneticko-šlechtitelského charakteru (např. FRÝDL et al. 2009).

Klonový archiv Cukrák u Jíloviště je v dnešní době stále veden v administrativě VÚLHM, v. v. i., jako výzkumný objekt. K tomu, aby mohl být provozně využíván, by bylo vhodné zahájit a realizovat ve spolupráci s vlastníkem a ÚHÚL jeho uznávací řízení⁸.

Obdobným způsobem by mohly být také využity dvě o něco mladší výsadby semenných sadů krušnohorského smrku z oblasti tehdejšího LZ Klášterec nad Ohří, nacházející se rovněž na lokalitách bývalé SPLO VÚLHM Jíloviště-Strnady a rezervní matečnice č. 161 - Lesy Jíloviště, Baně s řízkovanci smrku namnoženými a vypěstovanými z osiva dospělých rezistentních stromů z LS LČR Klášterec nad Ohří, případně další výsadby, na kterých je zastoupen smrk ztepilý původem z Krušných hor (tab. 5).

⁸ Možnosti dodatečného uznání nejenom uvedeného klonového archivu, ale i dalších objektů založených v předchozích obdobích v rámci realizace opatření na záchranu, zachování a reprodukci významných populací krušnohorského smrku jsou v současné době úzce spojeny s potřebnými úpravami legislativních pravidel. Tyto úpravy by měly zahrnovat možnost uplatnění výjimek ze zákazu uvádění do oběhu těch genetických zdrojů, u kterých je dostupná evidence z předchozího období. Konkrétní návrhy na legislativní úpravy by měly být formulovány zástupci lesnického výzkumu v součinnosti s vlastníky a správci příslušných genetických zdrojů a předávány k dalšímu řízení zástupcům státní správy (MZe ČR).

Projekt Grantové služby LČR

Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných lokalitách Krušných hor

Tab. 5 - Přehled dlouhodobých experimentálních a poloprovozních výsadeb, na kterých je ve větším zastoupení vysazen smrk ztepilý původem z Krušných hor, založených VÚLHM *in situ* a *ex situ*

Evid. č. VÚLHM	Označení	Lesní správa (současné označení)	Lokalita	Porost	Rok založ.	Výměra (ha)	Počet všech pok.čl.	Přírodní lesní oblast
40	klon. archiv SM	Lesy Jíloviště	Cukrák I.	37 L2x	1970	2,30	163	10
45	klon. archiv SM, MD	Lesy Jíloviště	Cukrák II.	38 B2y	1972	1,50	108	10
(74)	semenný sad krušnohorského SM	Lesy Jíloviště	Trnová		1979		52	10
(75)								
100	test. potom.	Lesy Jíloviště	Baně	32 E1z	1984	0,88	22	10
101	test. potom.	Lesy Jíloviště	Trnová	46 G1	1985	0,65	60	10
102	test. potom.	Milevsko	Čížová	31 L1z	1985	0,59	61	10
103	test. potom.	Milevsko	Čížová	31 L1y	1985	0,75	25	10
119	klon. archiv SM	Kláštrec	Kovářská	225 A1z	1989	1,21	115	1a
120	klon. archiv SM	Kláštrec	Perštejn	327 A1	1990	0,32	75	1a
139	test. řízk.	Litvínov	Barvář	617 A1	1995	0,32	36	1a
140	test. řízk.	Litvínov	Kalek	112 G1y	1995	0,32	36	1a
306	klon. archiv SM	Kláštrec	Verněřov	367 B0v	1989	2,20	120	1a

Vyhodnocení isoenzymových analýz ukazuje, že genetickou diverzitu matečnice Hrad lze považovat za dostatečnou pro vnášení řízkovanců do oblasti Krušných hor. Určité snížení její diverzity ve srovnání s porosty smrku lze přirozeně vysvětlit právě selekcí stresolerantních jedinců. Vzhledem k tomu, že nositelem genetické diverzity je podstatná část celkového množství klonů a ke skutečnosti, že genetické zmapování celého souboru by bylo velmi nákladné, je možné k vnášení řízkovanců doporučit celou matečnici.

Zjištěné poznatky získané jednak studiem literárních pramenů, jednak v rámci řešení projektu GS LČR 9/2008, vedou k závěru, že je odůvodněné využívat při obnově lesních porostů v Krušných horách zachované zdroje reprodukčního materiálu smrku ztepilého, u kterých se předpokládá geneticky podmíněná zvýšená rezistence ke škodám působeným imisním znečištěním. Tento materiál se podařilo v minulosti shromáždit jen díky vzájemné spolupráci pracovníků lesnického provozu a lesnického výzkumu za vynaložení nemalých nákladů a úsilí. Přes politické a organizační změny, které se negativně projevíly v době aplikace výsledků rozsáhlých shromažďovacích a pěstitelských prací do praktické činnosti spojené se zalesňováním a obnovou lesa na konkrétních lokalitách Krušných hor, je stále reálné na tyto dřívější aktivity navázat a celý záměr návratu části původního genofundu krušnohorského smrku do místních lesních porostů zrealizovat. Jak je uvedeno výše, jsou dosud k dispozici i další genetické zdroje reprodukčního materiálu smrku ztepilého původem z Krušných hor, které by mohly přicházet do úvahy pro repatriaci na původní území výskytu. Podmínkou jejich možného využití je spolupráce hospodářských a výzkumných subjektů na vyřešení výše uvedených legislativních problémů a na provedení fyzické revize těchto genetických zdrojů realizované v úzké součinnosti se současnými vlastníky. Na základě výsledků revize bude možné navrhnout plán jejich rekonstrukcí a revitalizací. V dalších fázích by pak měl ve spolupráci s vlastníky následovat odběr roubů/řízků k doplnění stávajících či založení nových matečnic, čímž by byl také tento cenný materiál, který by jinak časem bez užitku zanikl, zapojen do procesu reprodukce a obnovy krušnohorských lesů. Podrobné

členění aktivit by mělo vycházet i z definovaných možností produkčních schopností genetických zdrojů vztažených ke konkrétním obnovním a zalesňovacím potřebám reprodukčního materiálu v příslušných oblastech Krušných hor.

7. Literatura

- BALCAR V., SLODIČÁK M. 2008. Přeměny porostů náhradních dřevin. In: SLODIČÁK, M., BALCAR, V., NOVÁK, J., ŠRÁMEK, V. et al.: Lesnické hospodaření v Krušných horách. Hradec Králové, Lesy České republiky: 341-358.
- BARDZAJN W. 2007. Vegetative propagation. In: Tjoelker M. G., Boratynski A., Bugala W. (eds.). 2007. Biology and ecology of Norway Spruce. *Forestry Sciences*, 78: 107-114.
- BENTZER B. 1985. Operational cutting production of Norway spruce *Picea abies* (L.) KARST. In: IUFRO join meeting of working parties S2.04 - 05 and S2.03 - 14. Grosshansdorf 25-28 Jun 1985: 134-141.
- BENTZER B. 1988. Rooting and early shoot characteristics of *Picea abies* (L.) KARST. cuttings originating from shoots with enforced vertical growth. *Scand. J. For. Res.*, 3: 482-491.
- BOURIQUET R., TSOOGAS M., BLASELLE A. 1985. Essais de rajeunissement de lepicéa par les cytokinines. *Ann. Rech. Sylvic.*, AFOCEL: 173-185.
- DEKKER-ROBERTSON D. L., KLEINSCHMIT J. 1991. Serial Propagation in Norway Spruce (*Picea abies* /L./ KARST.): Results from Later Propagation cycles. *Silvae Genetica*, 40/ 5-6: 202-214.
- DEUBER C. G., FARRAR J. L. 1940. Vegetative propagation of Norway spruce. *J. For.*, 38: 578-585 s.
- DORMLING I., ERICSSON R., PERSSON S. 1977. Vegetativ förökning. Forskningsverksamheten 1977. *Dept. of Forest Genetics, Swedish University of Agricultural Sciences, Res. Not.*, 26: 37-40.
- DORMLING I., KELLERSTAM H. 1981. Rooting and rejuvenation in propagating old Norway spruce by cuttings. In: Proc. Symposium on clonal forestry, Uppsala, Sweden, April 8-9, 1981: 65-72.
- EWALD D., PUTENIKHIN V., MATSCHKE J. 1991. Mikropropfung adulter Koniferen. *Allg. Forstztg.*, 17: 878-880.
- EWALD D., SCHACHLER G. 1990. Bessere Bewurzelung bei der Stecklingsvermehrung adulter Fichtenklone. *Allg. Forst-Ztschr.*, 37-38: 961-963.
- FRÖHLICH H. J. 1961. Untersuchungen über das physiologische und morphologische Verhalten von Vegetativvermehrungen verschiedener Laub- und Nadelbaumarten. *Allg. Forst- Jagdztg.*, 132: 39-58.
- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., ČÁP J., KAŇÁK J. 2008. Metodické postupy využívání způsobů autovegetativního množení ve šlechtění lesních dřevin. *Lesnický průvodce*, 7: 33.
- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., IVANEK O. 2009. Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných lokalitách Krušných hor. Dílčí technická zpráva I projektu GS LČR 9/2008. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 56 s. (MS).
- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., IVANEK O., BURIÁNEK V. 2010. Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných lokalitách Krušných hor. Dílčí technická zpráva II projektu GS LČR 9/2008. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 50 s. (MS).

- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., IVANEK O., BURIÁNEK V. 2011. Možnosti pěstebního využití rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu v Krušných horách. Dílčí realizační výstup II. Závěrečné technické zprávy projektu GS LČR 9/2008. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti.
- GÖMÖRY D., BRUCHÁNIK R., LONGAUER R. 2003. Fertility variation and flowering asynchrony in *Pinus sylvestris*: consequences for the genetic structure of progeny in seed orchards. *Forest Ecology and Management*, 174: 117-126.
- HARTIG M. 1986. Praktische Erfahrungen bei der autovegetativen Anzucht von Fichten. *Soz. Forstwirtschaft*, 36/6: 177-181.
- HÖNIG E. 1964. *Poznatky o růstu a produkci smrkových porostů v Krušných horách*. Studie. VÚLHM, Jíloviště-Strnady: 80 s.
- HRDLÍČKA O. 2001. Využití řízkovanců smrku v imisních oblastech. *Lesnická práce*, 80/3: 104-106.
- HRDLÍČKA O. 2002a. Umělá obnova lesa na Blatenském vrchu - I. část. *Lesnická práce*, 81/2: 66-67.
- HRDLÍČKA O. 2002b. Umělá obnova lesa na Blatenském vrchu - II. část. *Lesnická práce*, 81/3: 112-113.
- HYNEK V., FRÝDL J. 1988. Šlechtitelská opatření k záchraně a reprodukci genofondu smrku ztepilého v Krušných horách. *Lesnická práce*, 67/8: 350-356.
- CHELIAK W. M., PITEL J. A. 1984. *Techniques for starch electrophoresis of enzymes from forest tree species*. Canadian Forestry Service. Agriculture Canada.
- CHMELÍKOVÁ E., CUDLÍN P. 1990. Stimulace zakořeňování smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ KARST.) pomocí ektomykorhizních hub. *Lesnictví*, 36/12: 985-992.
- CHYTRÝ M., KUČERA T., KOČÍ M. (eds.) 2001. *Katalog biotopů České republiky*. Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR: 304 s.
- IVANEK O. 2000a. Genetic study of Norway spruce from the northern part of Czech Republic with using isoenzyme analyses. *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae/Práce VÚLHM*, 19: 15-23.
- IVANEK O. 2000b. Využití isoenzymových analýz v lesnictví. *Lesnická práce*, 79/12: 542-544.
- IVANEK O. 2001. Výsledky analýzy izoenzymů u smrkových porostů s různou tolerancí vůči průmyslovým imisím. In: Slodičák M., Novák J. (eds). *Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách*. Sborník z celostátní konference, 177 s. - Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 111-114.
- IVANEK O. 2002. Isoenzymové analýzy smrku ztepilého na plochách ICP Forest v PLO Karlovarská vrchovina. In: Slodičák M., Novák J. (eds). *Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2001*. Sborník z celostátní konference, 170 s. - Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 155-160.
- IVANEK O. 2003. Isoenzyme analysis of Norway spruce in the Ore Mountains. *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae*, 20: 95-100.
- IVANEK O. 2004. Isoenzymová analýza. In: *Monitoring stavu lesa v České republice 1984-2003*. Praha, MZe ČR a VÚLHM: 431 s.
- IVANEK O. 2006a. Porovnání genetické diverzity vybraných porostů smrku ztepilého. In: Novotný P. (ed.): *Šlechtění lesních dřevin v České republice a Polsku*. Sborník ze semináře s mezinárodní účastí, Strnady 8. 9. 2005, ed. P. Novotný, 99 s. - Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 49-55.
- IVANEK O. 2006b. Výsledky isoenzymových analýz populací smrku ztepilého na plochách s různými stanovištními podmínkami. *Zprávy lesnického výzkumu*, 51/1: 32-37.
- IVANEK O., MARTINCOVÁ J. 2005. Klonové výsadby vybraných klonů smrku ztepilého I. *Zprávy lesnického výzkumu*, 50/1: 58-60.

- IVANEK O., MARTINCOVÁ J. 2008. Klonové výsadby smrku ztepilého - izoenzymové analýzy vybraných klonů II. *Zprávy lesnického výzkumu*, 53/1: 52-57.
- IVANEK O., MATĚJKA K., NOVOTNÝ P. 2009. Genetická struktura dvou částí porostu smrku ztepilého při horní hranici lesa na území KRNAP. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54/4: 300-306.
- IVANEK O., PROCHÁZKOVÁ Z. 2006. Identifikace roubovanců a klonů ve dvou semenných sadech modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill.). *Zprávy lesnického výzkumu*, 51/1: 38-43.
- JANSON L. 1990. *Rozmnažanie starych drzew świerka (Picea excelsa LINK.) przez zrzezy*. Warszawa, Prace IBL: 720 s.
- JESTÁDT M. 1980. Die autovegetative Vermehrung von Forstpflanzen. *Allg. Forstztg.*, 35: 691-693.
- JOHNSEN Ø. 1985. Successive bulk propagation of juvenile plants from full-sib families of Norway spruce. *Forest Ecol. Managm.*, 11: 271-282.
- JURÁSEK A. 2004. Kořenový systém vegetativně množených lesních dřevin. In: *Kořenový systém - základ stromu*. Sborník referátů z konference, Křtiny 25. 8. 2004. - Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita: 137-149.
- JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J. 2004. Pěstební postupy pro získání výsadbyschopných řízkovanců smrku ztepilého. *Lesnický průvodce*, 1: 24 s.
- JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J., LEUGNER J., IVANEK O. 2010. *Udržení stability a biodiverzity horských populací smrku ztepilého*. Výroční zpráva projektu QH92062. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: (MS).
- KAŇÁK J. 1999. Historie a současnost Arboreta Sofronka. *Lesnická práce*, 70/1: 26-31.
- KLEINSCHMIT J. 1972a. Einfluss von Bodenheizung und Stecksubstrat auf die Bewurzelung von Fichten- und Douglasienstecklingen. *Forstarchiv*, 43/12: 250-255.
- KLEINSCHMIT J. 1972b. Möglichkeiten der Stecklingsvermehrung bei Nadelbaumarten. *Forstpfl. Forstsamen*, 12: 1-7.
- KLEINSCHMIT J. 1974. A programme for large scale cutting propagation of Norway spruce. *N. Z. J. For. Sci.*, 4/2: 359-366.
- KLEINSCHMIT J. 1992. Use of spruce cuttings in plantations. *For. Comm. Bull.*, 103: 1-10.
- KLEINSCHMIT J., MÜLLER W., SCHMIDT J., RACZ J. 1973. Entwicklung der Stecklingvermehrung von Fichte (*Picea abies* KARST.) zur Praxisreife. *Silvae Genetica*, 22/1-2: 4-13.
- KOBENDZA R. 1922. O wegetatywnym rozmnażaniu świerka (*Picea excelsa*) w Puszczy Białowiejskiej. *Białowieża*, 2: 1-33.
- KURDIANI S. Z. 1908. O sravnitel'noy sposobnosti nashikh lesnykh derev'ev k estestvennomurazmnozheniu prio pomoshchi cherenkov. *Lesn. Zh.*, 38/3: 306-315; 38/5: 602-615.
- KADLUS Z., DOHNAL L. 1985. *Aktuality v pěstování a ochraně lesů*. Praha, SZN: 136 s.
- KUBÁT, K. (ed.) 2002. *Klíč ke květeně České republiky*. Praha, Academia: 927 s.
- LARSEN C. M. 1946. Experiments with soft-wood cuttings of forest trees. *Forstl. Forsøgsv. Danmark*, 17/2: 289-443.
- LEPISTÖ M. 1974. Successful propagation by cuttings of *Picea abies* in Finland. *N. Z. J. For. Sci.*, 4: 367-370.
- LIPECKI J., DENNIS F. 1970. Kofaktory ukorzeniania się sadzonek. *Wiad. Bot.*, 14/2: 141-147.
- LOKVENC T., DUŠEK V., JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J., PODRÁZSKÝ V., VACEK S., HANIŠ J., MINX A. 1992. Zalesňování Krkonoš. Vrchlabí, Opočno; Správa KRNAP, VÚLHM: 111 s.
- LIESEBACH M., KONIG A. O., UJVÁRY-JÁRMAY E. 2001. Provenance-environment interactions of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) on German and Hungarian test sites. In:

- Muller-Starck, G., Schubert, R. (eds): *Genetic response of forest systems to changing environmental conditions*. London Kluwer Academic Publishers: 353-363.
- LONGAUER R., GÖMÖRY D., PAULE L., KARNOSKY D. F., MAŇKOVSKÁ B., MÜLLER-STARCK G., PERCY K., SZARO R. 2001. Selection effects of air pollution of Norway spruce, European silver fir and European beech. *Environmental Pollution*, 115: 405-411.
- MATERNA J. 1973. *Klasifikace ploch lesních porostů zasažených imisními vlivy stanovením pásem (zón) ohrožení s uvedením systému jejich vylišování*. Jíloviště-Strnady, VÚLHM
- MATERNA J. 1999. Development and causes of forest damage in the Ore Mts. *Journal of Forest Science*, 45: 147-152.
- MATSCHKE J., SCHACHLER G., NÖHRING E. 1991. Ein Beitrag zur Rejuvenilisierung bei *Picea abies*. *Die Holzzucht*, 45/1-2: 1-5.
- MAUER O. 1993. *Vývoj kořenového systému řízkovanců a přirozeně zmlazeného smrku obecného (Picea abies /L./ Karst.) do třiceti let věku porostů*. Habilitační práce. Brno, VŠZ: 150 s.
- MAUER O., PALÁTOVÁ E. 1994. Vývoj kořenového systému řízkovanců smrku obecného (*Picea abies* (L.) Karst.) do dvaceti let po výsadbě. *Lesnictví-Forestry*, 40: 298-306.
- MAUER O., PALÁTOVÁ E. 2004. Deformace kořenového systému a stabilita lesních porostů. In: *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa*. Sborník z mezinárodního semináře, Opočno 3.-4. 6. 2004. - Kostelec nad Černými lesy Lesnická práce: 22-26.
- MAUER O., PALÁTOVÁ E., RYCHNOVSKÁ A., MAUEROVÁ, P. 2010. *Vývin a zdravotní stav kořenového systému vegetativně množených rezistentních stromů smrku ztepilého (Picea abies /L./ Karst.) v imisní oblasti Krušných hor*. Závěrečná zpráva. Brno, MU LDF: 29 s.
- MEDEDOVIČ S. 1987. Ožiljavanje reznica smrče u cilju razvijanja tehnologije masovne proizvodnje sadnica. *Šumarstvo i prerada drveta*, 41/1-3: 27-33.
- MELOUN M., MILITKÝ J. 2006. *Kompendum statistického zpracování dat. Metody a řešené úlohy*. Praha, Academia: 970 s.
- MICHNIEWICZ M. 1969. Znaczenie endogennych, fizjologiczne czynnych substancji w procesie ukorzenienia. *Post. Nauk Roln.*, 116/2: 3-16.
- MORAVEC J. et al. 1995. *Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. Severočeskou přírodou*. Ed. 2, příloha.
- NEUHÄUSLOVÁ Z. et al. 1998. *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky*. Praha, Academia: 341 s., mapa.
- PAULE L. 1987. Úloha vegetativneho rozmnožovania pri záchrane genofondu a v šľachtení lesných drevín. *Lesnictví*, 33(60)/6: 491-500.
- PAULE L., ŠKOLEK J. 1983. Príspevok k autovegetatívneho rozmnožovaniu hlavných lesných drevín. *Acta. Fac. For.*, 25: 77-88.
- PFIFFERLING 1830. Erfahrungen über die Nachzucht der Fichte durch Steckreiser. *Neue Jahrbücher der Forstkunde. Herausg. von G. W. Freiherr von Wedekind*, 7: 54-62.
- PROCHÁZKOVÁ Z., BEZDĚČKOVÁ L., BERAN F., IVANEK O. 2006. Fruktifikace a kvalita semen borovice lesní ze semenných sadů Panenská, Pabožek, Vřesná a Holičky. In: Procházková Z., Kotrla P. (eds.) *Semenné sady jako zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu - minulost, současnost a budoucnost*. Sborník referátů z mezinárodního odborného semináře, Bzenec 20.-21. 6. 2006, 124 s. - Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 56-64.
- PRŮŠA E. 2001. *Pěstování lesů na typologických základech*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 590 s., CD-ROM.

- RADOSTA P. 1987. Ekonomické a biologické hodnocení dosavadních technologií řízkování smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karst). *Lesnictví*, 33(60)/6: 541-550.
- REPÁČ I. 2005. Effect of application of vegetative inoculum of the symbiotic fungi to rooting substrate on rooting and biomass formation of Norway spruce (*Picea abies* [L.] KARST.) cuttings. *Acta Facultatis Forestalis Zvolen*, 47: 221-231.
- ROULUND H. 1975. The effect of the cyclophysis and the topophysis on the rooting and behavior of Norway spruce cuttings. *Acta. Hort.*, 54: 39-50.
- ROULUND H. 1979. Topophysis studies on cuttings of Norway spruce. In: Proc. IUFRO Norway Spruce Meeting, Sept. 24, 1979, Bucharest.
- SCHACHLER G., MATSCHKE J. 1984. Stand und Perspektiven zur autovegetativen Vermehrung von Fichte. *Beitr. Forstwirtschaft*, 18/1: 19-24.
- SLODIČÁK M. 1989. Zvyšování statické stability mladých smrkových porostů pod vlivem imisí. In: Pěstování smrku v polohách ohrožovaných škodlivými abiotickými činiteli. *Sborník. Opava, ČSVTS*: 74-81.
- SLODIČÁK M., KACÁLEK D., BALCAR V., NOVÁK J., NAVRÁTIL P., SMEJKAL J. 2008a. Obnova lesa v Krušných horách. In: SLODIČÁK, M., BALCAR, V., NOVÁK, J., ŠRÁMEK, V. et al.: *Lesnické hospodaření v Krušných horách. Lesy České republiky, Hradec Králové*: 303-316.
- SLODIČÁK M., LOMSKÝ B. 2008. Vývoj poškození lesních porostů v Krušných horách. In: SLODIČÁK M., BALCAR V., NOVÁK J., ŠRÁMEK V. et al.: *Lesnické hospodaření v Krušných horách. Hradec Králové, Lesy České republiky*: 13-28.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J., NAVRÁTIL P., SMEJKAL J. 2008b. Výchova porostů v Krušných horách. In: SLODIČÁK M., BALCAR V., NOVÁK J., ŠRÁMEK V. et al.: *Lesnické hospodaření v Krušných horách. Hradec Králové, Lesy České republiky*: 317-340.
- SLODIČÁK, M., BALCAR, V., NOVÁK, J., ŠRÁMEK, V. et al. 2008. *Lesnické hospodaření v Krušných horách. Hradec Králové, Lesy České republiky*: 480 s.
- ST. CLAIR J. B., KLEINSCHMIT J., SVOLBA J. 1985. Juvenility and serial vegetative propagation of Norway spruce Clones (*Picea abies* Karst.). *Silvae Genetica*, 34/1: 42-48.
- STOKLASA J. 1923. *Beschädigung der Vegetation durch Rauchgase und Fabriksexhalationen*. Berlin, Urban und Schwandenberg: 487 s.
- SVOBODA J., ČERVENSKÝ J., DOHNAL M., DOHNANSKÝ T., FIŠER K., HRDLÍČKA O., JURÁSEK M., KOTRLA P., KRCHOV V., MORÁVEK F., NEZNAJOVÁ Z., PAŘÍZEK M., PŮLPÁN L., STONAWSKI J. 2010. *Koncepce zachování a reprodukce genových zdrojů lesních dřevin u Lesů České republiky, s. p., na období 2010-2019. Lesy ČR, Hradec Králové*: 39 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1982. Šlechtitelské programy založené na autovegetativním množení lesních dřevin. In: *Výroba sadebního materiálu vegetativním způsobem. Sborník z konference. - Brno, ČSAZ-VŠZ*: 16-23.
- ŠINDELÁŘ J. 1982. Koncepce programů vegetativního množení lesních dřevin. *Zprávy lesnického výzkumu*, 27/4: 1-4.
- ŠINDELÁŘ J. 1983. Uchování genofondu lesních dřevin z oblastí ohrožených průmyslovými imisemi. *Lesnická práce*, 62/10: 443-452.
- ŠINDELÁŘ J. 1987. Genetické a šlechtitelské aspekty záchrany genofondu ohrožených populací lesních dřevin vegetativním množením. *Lesnictví*, 33(60)/6: 485-490.
- ŠINDELÁŘ J. 2002. K problematice autovegetativního množení lesních dřevin z hlediska genetiky a šlechtění - náměty pro lesnickou praxi. *Zprávy lesnického výzkumu*, 47/2: 73-76.
- ŠINDELÁŘ J. 2004. Výzkumné provenienční a jiné šlechtitelské plochy v lesním hospodářství ČR. *Metodické principy zakládání a hodnocení. Lesnický průvodce*, 2: 90.

- ŠINDELÁŘ J., ČERVINKOVÁ H., MRÁČEK Z. 1964. Příručka pro zalesňování. *Lesnické aktuality*, 16. Praha, MZe: 148 s.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2002. Příspěvek k problematice využití metod autovegetativní reprodukce řízkováním a kulturami *in vitro* ve šlechtění lesních dřevin (náměty, koncepce, metodické postupy). In: *Využívání vegetativně namnoženého reprodukčního materiálu lesních dřevin*. Sborník přednášek z celostátního semináře. Olešná, 28. - 29. 5. 2002. České Budějovice, INPROF: 43-52.
- TJOELKER M. G., BORATYNSKI A., BUGALA W. (eds.). 2007. Biology and ecology of Norway Spruce. *Forestry Sciences*, 78: 469 s.
- VOLNÁ M. 1987. Vegetativní rozmnožování jako doplňková technologie výroby sadebního materiálu v lesním hospodářství. *Lesnictví*, 33(60)/6: 481-482.
- VOLNÁ M., HAUCK O., RYCHNOVSKÁ A. 1990. Jednoduché způsoby zakořeňování smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ KARST.). *Lesnictví*, 36/7: 553-569.
- WERNER M., PETTERSSON H. 1981. *Klonskogsbruk med gran*. Särtryck ur Föreningen Skogsträdsförädling och Institutet för skogsförbättring, Arsbok: 118-153.
- WÜHLISCH VON G. 1984. Propagation of Norway Spruce Cuttings Free of Topophysis and Cyclophysis Effects. *Silvae Genetica*, 33/6: 215-219.
- <http://www.mapy.cz/#mm=FP@x=130022480@y=137222736@z=16>

8. Přílohy

8.1. Přílohy v textu souhrnu ZTZ

- Tab. 1 - Charakteristiky vegetativních výsadeb (aktualizováno v průběhu 3. roku řešení projektu)
- Tab. 2 - Charakteristiky generativních výsadeb (aktualizováno v průběhu 3. roku řešení projektu)
- Tab. 3 - Orientační náklady na výsadbu a pěstební opatření u vegetativních výsadeb do stadia zajištěné kultury
- Tab. 4 - Orientační náklady na výsadbu a pěstební opatření u generativních výsadeb do stadia zajištěné kultury
- Tab. 5 - Přehled dlouhodobých experimentálních a poloprodučních výsadeb, na kterých je ve větším zastoupení vysazen smrk ztepilý původem z Krušných hor, založených VÚLHM *in situ* a *ex situ*

- Obr. 1 - Lokalizace výzkumných ploch s vegetativními (a), resp. generativními potomstvy (b)
- Obr. 2 - LS Kraslice, Přírodní park Přebuz, plánek srovnávací generativní plochy (II. varianta)
- Obr. 3 - LS Kraslice, Přírodní park Přebuz, lokalizace srovnávací generativní plochy (II. varianta), odd. 108 C₂
- Obr. 4 - Dendrogram pro klony v matečnici Hrad na základě výsledků isoenzymových analýz (Centroid, Average Absolute Deviation); S - porovnávací vzorek
- Obr. 5a, b - Příklad využití kombinací maloplošných způsobů výsadeb autovegetativních variant rezistentních jedinců smrku ztepilého ve formě vložených pásů (žeber), případně menších skupin (kotlíků) - originál J. Frýdl
- Obr. 6a, b - Příklad řešení skupinovitě obnovy (na horním nákresu vlevo počáteční stav a vpravo stav ve stadiu odrostlé kultury - podle LOKVENC et. al (1992); na spodním

nákresu aplikace metody prosadeb - podle BALCAR et SLODIČÁK (2008), originál J. Frýdl

- Foto 1 - LS Horní Blatná, Blatenský vrch (J. Čáp, 28. 4. 2009)
Foto 2 - LS Horní Blatná, Blatenský vrch (J. Čáp, 22. 4. 2010)
Foto 3 - LS Klášterec, Ptačí alej (J. Čáp, 10. 9. 2009)
Foto 4 - LS Klášterec, Ptačí alej (P. Novotný, 16. 4. 2009)
Foto 5 - LS Klášterec, Ptačí alej
Foto 6 - LS Kraslice, Rolava (J. Čáp, 21. 4. 2010)
Foto 7 - LS Kraslice, Rolava - poškození výsadby jelení zvěří (J. Čáp, 21. 4. 2010)
Foto 8 - LS Litvínov, Pramenáč (P. Novotný, 16. 4. 2009)
Foto 9 - LS Klášterec, Fichtelberg (J. Čáp, 10. 9. 2009)
Foto 10 - LS Kraslice, Velké jeřábí jezero (J. Čáp, 21. 4. 2010)
Foto 11 - LS Kraslice, Přírodní park Přebuz, pohled na okraj generativní výsadby SM (J. Frýdl, 25. 5. 2011)
Foto 12 - LS Kraslice, Přírodní park Přebuz, fruktifikující jedinci v generativní výsadbě SM (J. Frýdl, 25. 5. 2011)
Foto 13 - LS Litvínov, „Podsadba“ (P. Novotný, 16. 4. 2009)
Foto 14 - Pomůcky pro stabilizaci výzkumných ploch (J. Čáp, 10. 9. 2009)
Foto 15 - Ukázka stabilizace výzkumné plochy LS Klášterec, Ptačí alej (J. Čáp, 10. 9. 2009)
Foto 16 - LS Klášterec, matečnice Hrad (J. Čáp, 22. 4. 2010)
Foto 17 - Plocha 3c (II. varianta) - LS Kraslice, revír Rolava, lokalita Přírodní park Přebuz. Výraznou dominantou druhově velmi chudého bylinného patra je brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*). (V. Buriánek, 8. 6. 2011)
Foto 18 - Plocha 3c (II. varianta) - LS Kraslice, revír Rolava, lokalita Přírodní park Přebuz. Indikační druhy horských smrčín zastupuje sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*). (V. Buriánek, 8. 6. 2011)

Samostatná příloha:

FRÝDL J., NOVOTNÝ P., IVANEK O., BURIÁNEK V. 2011. Možnosti pěstebního využití rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu v Krušných horách. Dílčí realizační výstup II. Závěrečné technické zprávy projektu GS LČR 9/2008. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti.

8.2. Přílohy DTZ I (2009), II (2010), III (2011)

8.2.1. Přílohy DTZ I (2009)

- Příloha 1a - LS Horní Blatná, Blatenský vrch (vegetativní výsadba)
Příloha 2a - LS Klášterec, Ptačí alej (vegetativní výsadba)
Příloha 2b - LS Klášterec, Fichtelberg (generativní výsadba)
Příloha 3a - LS Kraslice, Rotava (vegetativní výsadba)
Příloha 3b - LS Kraslice, U Bedny (generativní výsadba)
Příloha 4a - LS Litvínov, Pramenáč (vegetativní výsadba)
Příloha 4b - LS Litvínov, „Podsadba“ (generativní výsadba)
Příloha 5a - Protokol z měření (LS Klášterec, Ptačí alej)
Příloha 5b - Protokol z měření (LS Klášterec, Fichtelberg)
Příloha 6a - Protokol z měření (LS Litvínov, Pramenáč)

Příloha 6b - Protokol z měření (LS Litvínov, „Podsadba“)

8.2.2. Přílohy DTZ II (2010)

Příloha 1a - Protokol z měření (LS Horní Blatná, Blatenský vrch)

Příloha 1b - Protokol z měření (LS Kraslice, Rolava)

Příloha 2 - Fytocenologické snímky výzkumných ploch

Příloha 3 - Odběr vzorků dormantních pupenů v matečnici Hrad (duben 2010)

Příloha 4 - Výsledky isoenzymových analýz

Samostatná příloha:

MAUER O., PALÁTOVÁ E., RYCHNOVSKÁ A., MAUEROVÁ, P. 2010. *Vývin a zdravotní stav kořenového systému vegetativně množených rezistentních stromů smrku ztepilého (Picea abies /L./ Karst.) v imisní oblasti Krušných hor. Závěrečná zpráva. Brno, MU LDF: 29 s.*

8.2.3. Přílohy DTZ III (2011)

Příloha 1 - Protokol z měření (LS LČR Kraslice, revír Rolava, lokalita Přírodní park Přebuz)

Příloha 2 - Fytocenologický snímek srovnávací generativní výsadby na LS LČR Kraslice, revír Rolava, lokalita Přírodní park Přebuz

Příloha 3 - Výsledky isoenzymových analýz klonu 18C (shrnutí výsledků analýz vybraných vzorků z odběrů 22. 2. 2011 v matečnici Hrad)

Příloha 4 - Genetická vzdálenost vybraných klonů

Samostatná příloha I:

FRÝDL J., NOVOTNÝ P., ČÁP J., IVANEK O., BURIÁNEK V. 2011. *Stručná rešerše k problematice využívání sadebního materiálu včetně posouzení souvisejících ekonomických nákladů. Dílčí realizační výstup. Strnady, VÚLHM: 15 s.*

Samostatná příloha II:

NOVOTNÝ P., MODLINGER R., DOSTÁL J. 2011. *Statistická analýza výsadeb smrku ztepilého v Krušných horách vegetativního a generativního původu. Dílčí realizační výstup. Strnady, VÚLHM: 57 s.*