

MOŽNOSTI PĚSTEBNÍHO VYUŽITÍ VEGETATIVNĚ UDRŽOVANÝCH VARIANT REZISTENTNÍHO KRUŠNOHORSKÉHO SMRKU



Ing. JOSEF FRÝDL, CSc.
Ing. PETR NOVOTNÝ, Ph.D.
Ing. ONDŘEJ IVANEK, CSc.
RNDr. VÁCLAV BURIÁNEK
Ing. JIŘÍ ČÁP

MOŽNOSTI PĚSTEBNÍHO VYUŽITÍ VEGETATIVNĚ UDRŽOVANÝCH VARIANT REZISTENTNÍHO KRUŠNOHORSKÉHO SMRKU

Certifikovaná metodika

Ing. Josef Frýdl, CSc.

Ing. Petr Novotný, Ph.D.

Ing. Ondřej Ivanek, CSc.

RNDr. Václav Buriánek

Ing. Jiří Čáp

Strnady 2011

Lesnický průvodce 7/2011

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

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

<http://www.vulhm.cz>

Vedoucí redaktorka: Šárka Holzbachová, DiS.; e-mail: holzbachova@vulhm.cz

Výkonná redaktorka: Miroslava Valentová; e-mail: valentova@vulhmop.cz

Grafická úprava a zlom: Klára Šimerová; e-mail: simerova@vulhm.cz

ISBN 978-80-7417-052-2

ISSN 0862-7657

POSSIBILITIES OF SILVICULTURAL UTILIZATION OF VEGETATIVELY MAINTAINED VARIANTS OF RESISTANT NORWAY SPRUCE FROM THE KRUŠNÉ HORY (ORE MOUNTAINS)

Abstract

This methodological guide presents guidelines for utilization of vegetatively propagated variants of preserved forest tree ecotype of the Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karsten) gene pool applicable to afforestation activities in the Ore Mountains. Based on results obtained by comparing vegetative plantings of Ore Mountains spruce ecotype variants with comparable operational plantings, it is possible to judge the potential future utilization of Ore Mountains spruce ecotype material (collected in the past by Forests of the Czech Republic, state enterprise /LČR, s. p./, staff in cooperation with employees of Forestry and Game Management Research Institute). The potential source material used in the study was taken from the parent trees in the Hrad clonal parent tree garden located in the LČR, s. p., Forest District Klášterec.

Recent monographs focusing on forest management in our most severely imission-damaged areas have not examined the issues involved with utilization of vegetatively-propagated material. From this reason, this report will help to draw attention to the possibilities for using the vegetatively propagated material where appropriate. Using out examples from the Ore Mountains, other forest owners and administrators in other imission-damaged regions of the Czech Republic can apply similar techniques, assuming that they have the original material at their disposal.

Key words: Ore Mountains, Norway spruce, vegetative variants, vegetative propagation, generative progenies, clonal parent tree gardens

Oponenti: Ing. Josef Cafourek, Ph.D., Wotan Forest, a. s.
Ing. Lada Krnáčová, MZe ČR

Adresa autorů:

Ing. Josef Frýdl, CSc.

Ing. Petr Novotný, Ph.D.

Ing. Ondřej Ivanek, CSc.

RNDr. Václav Buriánek

Ing. Jiří Čáp

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

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

e-mail: frydl@vulhm.cz; pnovotny@vulhm.cz; ivanek@vulhm.cz;
burianek@vulhm.cz; cap@vulhm.cz

Foto na obálce:

LS LČR Klášterec, matečnice vegetativně zachovaných variant rezistentního kruš-
nohorského smrku ztepilého původem ze 7. a 8. LVS na lokalitě Hrad (J. Čáp,
22. 4. 2010)

Obsah

1. ÚVOD A CÍL METODIKY.....	7
2. VLASTNÍ POPIS METODIKY	8
2.1 Vypěstování řízkovanců	8
2.2 Způsob výsadby řízkovanců	9
2.3 Pěstební opatření po výsadbě.....	12
2.4 Disponibilní zdroje řízkovanců	13
2.5 Další využitelné možnosti	15
3. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	18
4. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	18
5. EKONOMICKÉ ASPEKTY	19
6. DEDIKACE	20
7. DOPLŇUJÍCÍ INFORMACE	20
7.1 Geneticko-šlechtitelská specifika imisní oblasti Krušných hor	20
7.2 Obnova a vegetativní množení smrku	21
7.3 Záchrana, zachování a reprodukce genetických zdrojů smrku v Krušných horách	25
7.4 Ověření růstových vlastností řízkovanců a vhodnosti využívání matečnice Hrad	28
8. LITERATURA	31
8.1 Seznam použité související literatury	31
8.2 Seznam publikací, které předcházely metodice	38
SUMMARY	41

1. ÚVOD A CÍL METODIKY

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, 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 diversity v lesních ekosystémech. Nezastupitelný význam pak má vegetativní množení v případě reprodukce rezistentního (strestolerantního) materiálu v imisních oblastech. V nedávné době zpracované monografie zaměřené na lesnické hospodaření v našich nejvýznamnějších imisních oblastech (ŠLODIČÁK et al. 2005, 2008a) se však otázkou využívání vegetativně namnoženého materiálu v těchto specifických podmínkách v podstatě nezabývají. Je proto vhodné obrátit pozornost i tímto směrem, aby mohl být také reprodukční materiál vegetativního původu využíván všude tam, kde je to vhodné a žádoucí.

Zjištěné poznatky získané jednak studiem literárních pramenů, jednak v rámci výzkumu (FRÝDL et al. 2011a, b) 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 genofondu krušnohorského smrku do místních lesních porostů zrealizovat.

Cílem předkládané práce je proto shrnout důležité informace související s vegetativním množením smrku, podat historický přehled o vývoji záchranného programu krušnohorského smrku a především poskytnout vlastníkům a správcům lesa v Krušných horách metodický návod na využívání vegetativně namnoženého reprodukčního materiálu rezistentního krušnohorského smrku na jimi spravovaných majetcích.

2. VLASTNÍ POPIS METODIKY

2.1 Vypěstování řízkovanců

Řízkovance je nutno ve školkách pěstovat na kvalitním substrátu a v případě potřeby je dopěstovávat o rok déle než řízkovance určené pro méně extrémní lokality. Pokud nemají sazenice plně obnovený ortotropní charakter růstu (vícevrcholové sazenice, keřovitý charakter), hrozí u nich po výsadbě do poloh s vysokou sněhovou pokrývkou zvýšené nebezpečí poškození, např. zlomů a zátrhů (JURÁSEK 2009).

Pro kvalitu kořenových systémů smrků vypěstovaných metodami autovegetativního množení je rozhodující použití biologicky vhodných postupů při zakořeňování řízků a pěstování sazenic (JURÁSEK 2004). Důležitá je kvalita zakořeňování, zejména dostatečný počet kosterních kořenů (nejméně 3) a přítomnost jemných kořenů. K zabránění deformaci kořenů je nutné při dalších pěstebních operacích (školkování, osazování do obalů) relativně dlouhé kosterní kořeny krátit a rozprostřít tak, aby nedošlo k jejich ohýbání a aby se současně mohly rovnoměrně rozrůstat do všech směrů. Pro oblast Krušných hor je výhodné používat krytokořený sadební materiál, pěstovaný v biologicky prověřených obalech (<http://vulhm.opocno.cz/sluzby4.html>).

Na úspěšnosti tohoto způsobu reprodukce se podílí působení vnitřních i vnějších faktorů (KADLUS, DOHNAL 1985). Vnitřní faktory zahrnují zakořeňovací schopnost řízků, místo jejich odběru v koruně a věk jedinců v matečnici. Vyšší zakořeňovací schopnost mají řízků odebrané z mladších jedinců a z dolní části koruny, ale projevuje se u nich silnější tendence k větevnatému růstu. U řízků odebraných z horní části koruny je tomu naopak. K vnějším faktorům patří teplota, vlhkost vzduchu a substrátu. Vhodná doba k odběru řízků pro autovegetativní množení je leden až únor.

S přihlédnutím ke skutečnosti, že 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, je možno s odvoláním na výsledky různých autorů (např. ZAVADIL 1979; JURÁSEK, MARTINCOVÁ 2004; BARDZAJN 2007) vyvodit, že za optimální stáří zdrojového materiálu k odběru řízků a následnému pěstování řízkovanců by mohl být v případě smrku ztepilého obecně považován věk ortetu do ca deseti let. Zkušenosti z domácí školkařské praxe však naznačují, že věk, do kterého lze matečnice smrku efektivně využívat, je ca 15 let.

Při řízkování lze aplikovat také stimulatory růstu kořenů zvyšující počet zakořeněných řízků a většinou i kvalitu kořenového systému pěstovaných sazenic (PAULE, ŠKOLEK 1983; MEDEDOVIČ 1987 aj.). Zvýšení zakořeňovací schopnosti řízků a následně i tvorby biomasy je možno docílit rovněž vegetativní inokulací symbiotických hub do zakořeňovacího substrátu (REPÁČ 2005). Oba uvedené postupy však pochopitelně zvyšují náklady na vypěstování řízkovanců.

Jednou z podmínek využití vegetativního množení krušnohorského smrku je zajištění pěstitelského pracoviště, kde by bylo možné vypěstovat z řízků odebíraných z matečnic aspoň několik tisíc řízkovanců ročně. Pěstitelská pracoviště se zvládnutou technologií řízkování smrku v České republice existují (Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Průhonice; Wotan Forest, a. s., divize lesních školek; školkařské zařízení Kojice aj.).

2.2 Způsob výsadby řízkovanců

Podle charakteru lokalit určených k výsadbám přichází na základě analogie s podmínkami Krkonoš (LOKVENC et al. 1992) v oblasti Krušných hor v úvahu buď varianty celoplošného zalesňování imisních holin, nebo využívání metody podsadeb v porostech přípravných dřevin s cílem vytvořit ekologicky funkční spodní dřevinné patro se zastoupením cílové dřeviny, resp. doplnit přirozenou obnovu v porostech obhospodařovaných podle principů podrostního hospodářství. V podmínkách Krkonoš se metody podsadeb využívají ve smrkových porostech středního až vyššího věku, v případě Krušných hor se tato metoda doporučuje k využití zejména v porostech přípravných dřevin.

Technologické postupy vlastní výsadby autovegetativních variant rezistentních jedinců smrku ztepilého jsou založeny na využívání prostokořených sazenic s dostatečně vyvinutým kořenovým i asimilačním aparátem. Při zalesňování lokalit s nepříznivými stanovištními podmínkami lze však doporučit k využití i sazenice obalované. Tento způsob je sice náročnější na transport do obtížněji přístupných míst, zaručuje však rychlejší adaptaci sazenic, jejich vyšší ujímavost a menší potřebu pozdějšího vylepšování. Záleží samozřejmě na technologických způsobech pěstování a distribuci vegetativního sadebního materiálu. V případě využití prostokořených sazenic se doporučuje vysazovat sazenice čtyřleté (z toho jeden rok školkované) metodou jamkové sadby o rozměrech jamek 35 × 35 cm.

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 vycházet z návrhů LOKVENCE et al. (1992) i SLODIČÁKA et al. (2008b), kdy je u prostokořenného sadebního materiálu v obou případech u celoplošných výsadeb doporučován počet 3–4 tis. sazenic na 1 ha.

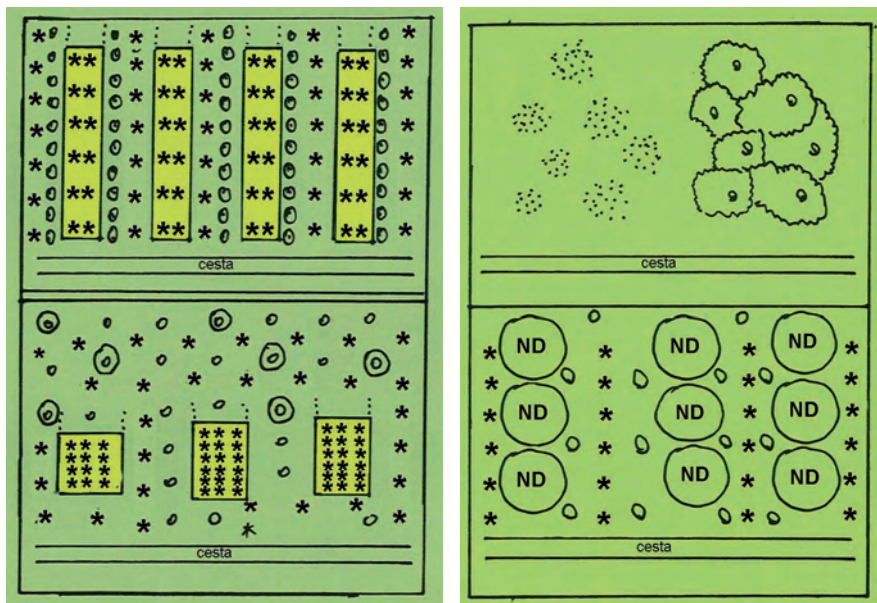
Podíl vegetativního sadebního materiálu na celkové obnově by neměl být vyšší než asi $\frac{1}{3}$ (SVOLBA 1996). Při výsadbách řízkovanců smrku se doporučuje jejich kombinace se sazenicemi téže dřeviny generativního původu nebo ve směsi s jinými druhy lesních dřevin. Při uplatňování řízkovanců je vysoce důležitý i dostatečný počet klonů v klonových směsích. Mělo by se jednat minimálně o ca 100 klonů zastoupených takovým počtem jedinců, aby se co nejvíce klonů mohlo v budoucnu podílet na reprodukci porostu.

Podíl smrku ve výsadbách by neměl přesáhnout 60 %, přičemž by zbývající část měly tvořit hlavně listnaté dřeviny, především buk lesní, s cílem stabilizovat lesní porosty v Krušných horách a zvýšit jejich druhovou diverzitu. V současné době jsou při obnově lesa v oblasti Krušných hor významné zejména přeměny porostů náhradních dřevin na porosty s cílovou druhovou skladbou.

Obnova lesních porostů Krušných hor využívající řízkovance smrku nemá mít charakter individuálních výsadeb. Důvodem jsou vyšší náklady spojené s vypěstováním řízkovanců v souvislosti s reálným rizikem jejich vyšších ztrát po výsadbě v důsledku obtížného zajištění následné komplexní a efektivní ochrany před škodami zvěří.

Obnovu reprodukčním materiálem vegetativního původu se proto doporučuje realizovat ve formě pásů či menších skupin s hustším sponem, včleněných mezi generativní výsadby. Objekty vegetativního původu budou v osázených lokalitách a následných kulturách tvořit určitá žebra, resp. porostní kotlíky, které budou plnit s ohledem na vlastnosti vysazeného vegetativního materiálu (zejména předpokládaná vyšší vitalita a stabilita) zvláště stabilizační funkci (obr. 1a až 2a). Současně tak bude umožněna alespoň přibližná identifikace jedinců vegetativního původu pro účely sledování jejich přežívání v obnovených porostech. Menší velikost vegetativních výsadeb by také měla zaručit zvýšení efektivity jejich oplocení.

Pro oblast Krušných hor je pak možno doporučit ještě další způsob výsadeb, kterým jsou tzv. prosadby, jež lze z biologického hlediska považovat za vhodnější než přeměnu holosečnými obnovními prvky (BALCAR et al. 2007; BALCAR, SLODIČÁK 2008). Při aplikaci tohoto způsobu přeměn se doporučuje sazenice smrku ztepilého vysazovat ve vzdálenosti ca 1 m a větší od stávajících jedinců cílových i náhradních dřevin, a to především na osluněnou stranu kotlíků a pruhů (obr. 2b).



Legenda:

- * SM
- další cílová dřevina (např. BK, KL, JD)
- ND náhradní dřevina

- Obr. 1a, 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. 2a, b:** Příklad řešení skupinové obnovy; na horním nákresu vlevo počáteční stav a vpravo stav ve stadiu odrostlé kultury – podle LOKVENGE et al. (1992); na spodním nákresu aplikace metody prosadeb – podle BALCARA a SLODIČÁKA (2008), originál J. Frýdl

2.3 Pěstební opatření po výsadbě

Vzhledem k vyšším nákladům na vypěstování řízkovanců i s přihlédnutím k jejich vyšší genetické hodnotě je oprávněný požadavek na vyšší péči o výsadby tohoto charakteru. V oblasti Krušných hor se jedná zejména o zajištění účinné ochrany výsadeb před jejich poškozováním zvěří formou funkčního oplocení. Vzhledem k této skutečnosti lze doporučit plánování společných výsadeb vegetativního i generativního sadebního materiálu menších výměr. Je zřejmé, že s ohledem na ekonomickou nákladnost takových opatření nebude možné aplikovat tento způsob ve všech případech. Náklady na oplocení řízkovanců v Krušných horách je však možné v konkrétních případech, kdy si je lesní hospodář jist absencí škod zvěří, eliminovat.

Pro možnost sledování vybraných výsadeb smrku vegetativního původu se kromě zajištění jejich důkladnější ochrany před škodami zvěří doporučuje tyto výsadby a jejich původ evidovat v LHP.

Vzhledem ke specifickému charakteru těchto výsadeb se doporučuje věnovat vedle jejich oplocení větší pozornost i dalším ochranným opatřením, jako je častější ožínání a výsek nežádoucích náletových dřevin, které by mohly negativně ovlivňovat růst a vývoj vysazených jedinců smrku. V úvahu rovněž přichází aplikace vhodných způsobů přihnojování výsadeb.

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 je třeba přihlédnout k zásadním principům výchovy smrkových porostů na takových lokalitách, jak je uvádějí např. SLODIČÁK et al. (2008c). Cílem výchovy smrkových porostů pod vlivem imisí je tak především zvýšení kvality a bezpečnosti produkce (odolnost vůči námraze a sněhovým polomům, prodloužení životnosti stromů hlavního porostu – a tím i životnosti celých porostů, vytvoření mikroklimatu příznivého pro plynulou dekompozici opadu, zlepšení půdních podmínek zabráněním hromadění surového humusu). S přihlédnutím k principům výchovy smrkových porostů v 5. až 8. lesním vegetačním stupni Krušných hor lze tyto zásady doporučit i v případě realizace výchovy porostů zakládaných s využitím autovegetativních variant rezistentních jedinců smrku ztepilého.

Výchova smrkových porostů v Krušných horách je dále založena zejména na cílevědomém odstraňování nežádoucích porostních složek ve prospěch cílových složek (SLODIČÁK et al. 2008c). V obnovovaných porostech smrku výchova spočívá v jednom velmi silném výchovném zásahu ve fázi mlazin při horní porostní výšce 5–7 m, kdy jsou odstraněny všechny silně poškozené stromy (defoliace 40 % a více)

ze všech stromových úrovní, včetně předrůstavých jedinců. V další fázi se z porostní podúrovně až úrovně odstraní i stromy středně poškozené (stupeň defoliace 20–30 %) a zásah se dokončí podúrovňovým způsobem na doporučenou hustotu. V dalších fázích výchovy smrkových porostů jsou již zásahy slabší, zaměřené spíše na negativní výběr, přičemž je třeba věnovat zvláštní pozornost porostním okrajům, kde je třeba uvolňovat přimíšené tolerantnější dřeviny (např. břízu či jeřáb). Intenzita zásahů v porostních okrajích by měla být menší než uvnitř porostu, aby nebyl příliš narušen porostní plášť tvořící bariéru proti přímému pronikání imisí do porostu.

2.4 Disponibilní zdroje řízkovanců

Kvantitativní a kvalitativní charakteristiky řízkovanců a jedinců generativního původu na ověřovacích výsadbách založených v 90. letech vykazují prakticky srovnatelné hodnoty (viz kapitulu 7.4), což opravňuje k pozitivním úvahám o perspektivním využívání vegetativních variant rezistentních jedinců smrku soustředěných dnes v matečnici Hrad, v níž jsou shromážděny rejuvenilizované genetické zdroje smrku, identické s původní matečnicí Lísek u Plzně (FRÝDL et al. 2011b).

První fáze založení matečnice Hrad proběhla během května 2006, dosadba se uskutečnila v březnu 2007 (HRDLIČKA 2010 in litt.). Na základě těchto údajů lze předpokládat, že matečnice Hrad (ČÚJ CZ-3-6-SM-21703-1-7-U, výměra 0,26 ha, počet klonů 525; dosadba CZ-3-6-SM-21704-1-8-U, výměra 0,08 ha, počet klonů 175) byla založena v uvedeném období s využitím řízkovanců ve věku 4–5 let. V současné době (2011) je tedy věk řízkovanců v matečnici Hrad 9 let.

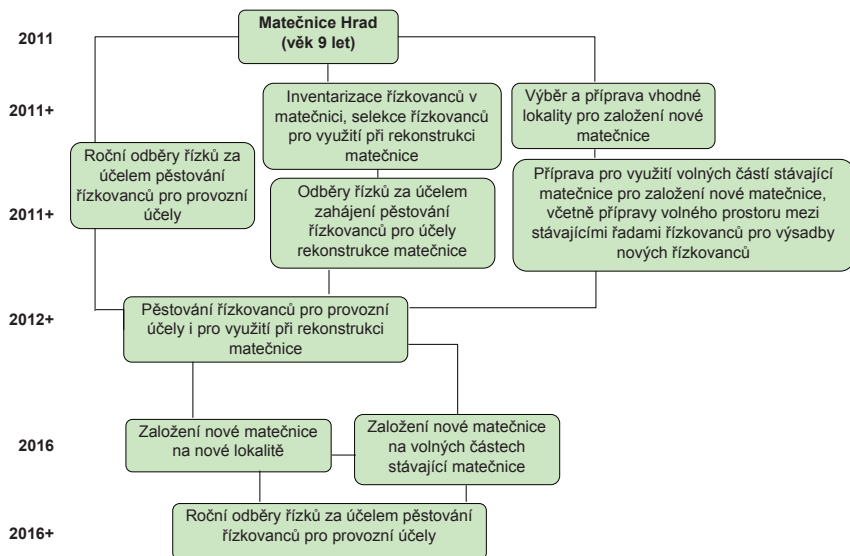
Vyhodnocení isoenzymových analýz (FRÝDL et al. 2011b) naznačilo, že genetickou diverzitu matečnice Hrad lze považovat za dostatečnou pro vnášení řízkovanců do oblasti Krušných hor. Určité snížení její diverzity ve srovnání s porosty smrku lze přirozeně vysvětlit právě selekcí stres tolerantních jedinců. Vzhledem k tomu, že nositelem genetické diverzity je podstatná část celkového množství 700 klonů a ke skutečnosti, že genetické zmapování celého souboru by bylo velmi nákladné, je k vnášení řízkovanců doporučena matečnice jako celek.

Pokud jde o odhady produkčních schopností této matečnice, nejsou z ní zatím podle aktuálních informací (HRDLIČKA 2011 in litt.) ještě dopěstovány výsadbyschopné sazenice. Počet řízků, které je možné z této matečnice ročně odebírat, lze odhad-

nout na ca 100 tisíc ks s předpokládaným nárůstem na ca 200 tisíc ks v pozdějších fázích jejího vývoje. Odhad celkové plochy dosavadních výsadeb realizovaných s využitím řízkovanců pocházejících z matečnice Lísek u Plzně (ze které pochází materiál využitý při zakládání matečnice Hrad) je podle stejného zdroje ca 20 ha.

V případě matečnice Hrad je věk soustředěných řízkovanců smrku, resp. ortetů, s ohledem na domácí pěstitelské zkušenosti, v současnosti optimální, nicméně se i tak doporučuje včas zahájit práce spojené s rekonstrukcí matečnice (obr. 3). Jako vhodné řešení tohoto stavu se doporučuje stávající řízkovance v matečnici Hrad přerízkovat, eventuálně přeroubovat a nově vypěstovaný materiál využít k založení jedné nebo několika sekundárních matečnic na vhodných lokalitách jak na LS LČR Klášterec, tak i na dalších vhodných lokalitách Krušných hor, které podnik LČR či jiné subjekty obhospodařují.

Matečnici Hrad se tedy doporučuje i nadále obhospodařovat a využívat pro účely, pro které byla založena, a to zejména s přihlédnutím ke skutečnosti, že je na ní soustředěn svým charakterem a původem jedinečný materiál, který může sloužit jako zdrojový i v dalším období. V případě možnosti rozšíření její plochy



Obr. 3: Návrh časového a věcného schématu rekonstrukce a revitalizace matečnice Hrad

se doporučuje využít volné místo k založení nástupnické matečnice s využitím minimálně stejného počtu klonů, jaký byl použit při zakládání matečnice stávající. Stejný postup se doporučuje zvolit v případě zakládání nové matečnice na jiných lokalitách. Alternativním způsobem, který by mohl být pro účely rekonstrukce a revitalizace matečnice Hrad aplikován, je využití prostoru mezi současnými řadami řízkovanců (výsadby nových řízkovanců by se v tomto případě vůči nim realizovaly šachovnicovitým způsobem). Tímto způsobem by se navíc docílilo výhody minimálně dvouletého souběhu odběru řízků pro provozní účely a teprve poté by byli starší řízkovanci v původních řadách odstraněni. Podmínkou úspěšnosti je samozřejmě přesná evidence jednotlivých fází tohoto způsobu rekonstrukce, resp. revitalizace matečnice Hrad a zaznamenání schématu výsadby klonů do plánu s kótováním rozestupů (sponu).

LČR disponují ještě matečnicí Telč, která byla založena v roce 2004 na LS LČR Litvínov (číslo uznané jednotky /ČÚJ/ CZ-3-6-SM-12-1-7-U, výměra 0,62 ha, počet klonů 168). O této matečnici uvádí HRDLIČKA (2011 in litt.), že je z ní možné v současné době každoročně odebírat ca 200 tisíc řízků.

2.5 Další využitelné možnosti

V rámci dalších doporučení je však možno navrhnout i potenciální využití starších klonových archivů založených s využitím roubovanců vypěstovaných z roubov 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 s tím rozdílem, že selekce byla uskutečňována v době, kdy imisní kalamita nenabyla ještě maximálního rozsahu a výběr byl kromě rezistence zaměřen i na kvalitativní charakteristiky stromů. Např. nejstarší klonový archiv č. 40 – Lesy Jíloviště, Cukrák byl založen v 70. letech minulého století na lokalitě, 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, s. r. o., který spravuje restituovaný majetek současného vlastníka.

Vzhledem k době založení zmíněného klonového archivu lze předpokládat, že zakořeňovací schopnost z něj odebraných řízků bude ve srovnání s mladší matečnicí Hrad na LS Klášterec výrazně nižší, doporučovaný způsob využití tak spočívá v odběru roubov pro založení nové matečnice.

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

Obdobným způsobem by mohly být využity i dvě o něco mladší výsadby semených 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. 1).

Podmínkou jejich možného využití je spolupráce hospodářských a výzkumných subjektů na vyřešení problémů legislativní povahy a na provedení fyzické revize těchto genetických zdrojů uskutečněné v úzké součinnosti se současnými vlastníky. Na základě výsledků revize bude možné navrhnout plán jejich rekonstrukcí a revitalizací. V dalších fázích by pak měl opět ve spolupráci s vlastníky následovat odběr roubů/řízků k doplnění stávajících matečnic či založení nových, 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.

Jednou z možností, jak zmíněné aktivity realizovat, je vypracování návrhu společného projektu, na kterém by se uživatelé jeho výsledků finančně spolupodíleli. V rámci řešení projektu by výzkumné pracoviště zajistilo identifikaci a odběry vzorků zachovaných klonů rezistentního krušnohorského smrku (náklady projektu by musely zahrnovat i finanční úhradu současným vlastníkům zdrojů), pěstitelská pracoviště by z těchto vzorků vyprodukovala zdrojový materiál pro založení nových matečnic na lokalitách obhospodařovaných spolufinancovateli projektu.

Tab. 1: 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 založení	Výměra [ha]	Počet pokusných členů	Přírodní lesní oblast
40	klon. archiv SM	Lesy Jíloviště	Cukrák I.	37 L _{2x}	1970	2,30	163	10
45	klon. archiv SM, MD	Lesy Jíloviště	Cukrák II.	38 B _{2y}	1972	1,50	108	10
(74)	semenný sad	Lesy Jíloviště	Tmová		1979		52	10
(75)	krušnohorského SM							
100	test. potom.	Lesy Jíloviště	Baně	32 E _{1z}	1984	0,88	22	10
101	test. potom.	Lesy Jíloviště	Tmová	46 G ₁	1985	0,65	60	10
102	test. potom.	Milevsko	Čížová	31 L _{1z}	1985	0,59	61	10
103	test. potom.	Milevsko	Čížová	31 L _{1y}	1985	0,75	25	10
119	klon. archiv SM	Klášterec	Kovářská	225 A _{1z}	1989	1,21	115	1a
120	klon. archiv SM	Klášterec	Perštejn	327 A ₁	1990	0,32	75	1a
139	test. řízk.	Litvínov	Barvář	617 A ₁	1995	0,32	36	1a
140	test. řízk.	Litvínov	Kalek	112 G _{1y}	1995	0,32	36	1a
306	klon. archiv SM	Klášterec	Veměřov	367 B _{0y}	1989	2,20	120	1a

3. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Ve srovnání s tradičními obnovními způsoby, kdy jsou při umělých obnovách lesa aplikovány postupy využívající generativní sadební materiál, představuje využívání autovegetativních variant selektovaných jedinců specifických vlastností a charakteristik významný kvalitativní posun. Aplikace autovegetativních způsobů reprodukce v lesnickém provozu tak doplňuje tradiční technologické postupy využívající generativní způsoby množení o možnost použít při zalesňovacích pracích autovegetativní varianty jedinců vyznačujících se specifickými charakteristikami. Jedinečnost, efektivita a význam těchto metod autovegetativní reprodukce tak opravňují i možné vyšší ekonomické náklady související s jejich praktickou realizací a využíváním. Z dostupných informací vyplývá, že otázkám využívání autovegetativně množného sadebního materiálu specifických variant smrku ztepilého v podmínkách Krušných hor je dosud v odborné literatuře věnována minimální pozornost. V předkládané metodice je tak vytvořen systém doporučení pro využívání autovegetativně namnožených relativně rezistentních variant smrku ztepilého v konkrétní zájmové oblasti.

4. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Jako uživatelé metodiky se předpokládají zejména zástupci vlastníků a správců lesních hospodářských celků v oblasti Krušných hor, zejména těch, které byly v předcházejících desetiletích pod tlakem imisního zatížení a v současné době zde probíhá obnova lesních porostů.

Jedná se konkrétně o dvě kategorie uživatelů: (1) uživatele, kteří mají ve své správě zdroje reprodukčního materiálu rezistentního krušnohorského smrku soustředěného v matečnicích a klonových archivech a (2) uživatele, kteří budou tento materiál pouze využívat při obnově lesa. První skupině uživatelů jsou proto navíc určeny i metodické pokyny související s revitalizacemi uvedených zdrojů reprodukčního materiálu.

Metodické postupy upravující využití autovegetativně množného sadebního materiálu specifických variant smrku ztepilého mohou využívat i vlastníci a správci lesního majetku v jiných imisních oblastech za předpokladu, že budou mít k dispozici výchozí zdrojový materiál.

5. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Ekonomické posuzování nákladů souvisejících s pěstováním vegetativního sadebního materiálu a nákladů na pěstební opatření po jeho výsadbě je komplikováno řadou faktorů. Kromě posuzování vztahu nákladů a očekávaného hospodářského zisku je třeba věnovat pozornost i dalším neekonomickým efektům, jejichž vyčíslení v penězích je velmi obtížné a vždy spíše hypotetické. Jedním z těchto efektů je i genetický zisk, který může být v určitých případech prvořadým zájmem. V programech na záchranu genetických zdrojů lesních dřevin přichází v úvahu ještě další efekt, charakterizovaný hodnotou „zachráněných“ částí ohrožených zdrojů, kterou je rovněž problematické definovat finančně, neboť jejich předpokládaný společenský potenciál nelze z hlediska budoucích potřeb adekvátně ohodnotit.

Souhrnné kalkulace nákladů pro nejbližší období vycházejí z dostupných informací o průměrné roční potřebě sazenic smrku ztepilého při obnovách a zalesňování v oblasti Krušných hor (2,6–3 mil.). Při doporučeném maximálním třetinovém podílu sadebního materiálu vegetativního původu to představuje 0,9–1 mil. sazenic, přičemž s ohledem na požadavek udržení potřebné genetické diverzity je třeba uvedený počet dále redukovat na ca 250 tis. sazenic ročně. Při zachování třetinového podílu vegetativního sadebního materiálu při výsadbách a s ohledem na doporučený počet 3–4 tis. sazenic na 1 ha to pak představuje roční obnovovanou plochu v rozsahu ca 190–250 ha. Rozdíl v nákladech na vypěstování, výsadbu a následná opatření až do stadia zajištěné kultury mezi vegetativním a generativním jedincem smrku činí 28,- Kč, tj. $14 - 5 = 9,-$ Kč (vypěstování sazenice) a $39 - 20 = 19,-$ Kč (výsadba a následná opatření), viz kap. 7. V celkové kalkulaci zvýšených nákladů souvisejících se zavedením postupů uvedených v metodice se tedy jedná o částku **7 mil. Kč** (250 tis. sazenic * 28,- Kč). Uvedené náklady se mohou měnit v závislosti na zájmu a možnostech vlastníků a správců lesa o praktickou aplikaci metodiky, dále na konkrétních využitých genetických zdrojích (nutné náklady na rekonstrukce matečnic, klonových archivů, uznávací řízení aj.).

V dlouhodobější perspektivě by však aplikace metodických postupů pro využití vegetativních variant rezistentních forem krušnohorského smrku měla vést ke snížení nákladů a dalších ekonomických ztrát u vlastníků a správců lesa spojených např. s rekonstrukcemi lesních porostů, jejichž odumírání může souviset také s nízkou genetickou proměnlivostí populací v konkrétních podmínkách. Ekonomický přínos by pak bylo možno charakterizovat ve formě snížení nákladů na uvedené rekonstrukce lesních porostů, jejichž výše se může u redukované plochy pohybovat až na hranici 50 tis. Kč/ha, tj. **9,5 – 12 mil. Kč** (50 tis. Kč * 190, resp. 250 ha). Obdobně je možno v dlouhodobější perspektivě posoudit i přínos geneticky hod-

notnějšího reprodukčního materiálu pro zvýšení stability lesních porostů a tím snížení procenta nahodilých těžeb a snížení dalších rizik lesnického hospodaření. Tak bude možné snížit ekonomické ztráty způsobené např. nižším zpeněžením poškozeného dřeva z kalamitních těžeb, snížením vícenákladů spojených s novou obnovou apod.

6. DEDIKACE

Metodika byla zpracována ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., v rámci řešení výzkumného projektu GS LČR 9/2008 „Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných lokalitách Krušných hor“ a výzkumného záměru MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

Autoři děkují W. Keithu Moserovi, Dr. For., CF (USDA, Forest Service, NRS FIAP, St. Paul, MN 55108, USA) za jazykovou revizi anglického abstraktu a souhrnu.

7. DOPLŇUJÍCÍ INFORMACE

7.1 Geneticko-šlechtitelská specifika imisní oblasti Krušných hor

Problematicke související s obnovou poškozených lesních ekosystémů v oblasti Krušných hor je věnována pozornost již od 20. let minulého století (např. STOKLASA 1923; JIRGLE 1981 aj.), kdy byl poprvé odborně potvrzen negativní vliv imisního působení na zdejší porosty. Imisní kalamita kulminovala v období 1978 až 1985, kdy nahodilé těžby dosahovaly 60 až 90 % celkových ročních těžeb. Po zahájení odsiřování tepelných elektráren v první polovině 90. let minulého století imise poklesla, což se téměř okamžitě projevilo zlepšením zdravotního stavu lesních porostů. Pozitivní trend byl však přerušen inverzní situací v zimě 1995/1996, kdy došlo

k vysokému nárůstu koncentrace imisí a dramatickému poškození mladých smrkových porostů. Právě tato epizoda má význam i pro budoucnost, neboť naznačila, že stačí výskyt určité klimatické anomálie ve spojení s dalšími vlivy (sucho, nedostatek živin v půdě) a oslabené porosty mohou začít opět odumírat (<http://www.mezistromy.cz/cz/les/pestovani-lesa/ochrana-lesa>). I přes zmíněný pokles imisí však i v současnosti dochází ke zhoršování stavu půdy.

Dílčí populace lesních dřevin v původních podmínkách prostředí vznikly dlouhodobým přírodním výběrem a jsou na tyto poměry adaptovány. Jsou tak zdrojem genů, které ovládají znaky odolnosti ke škodlivým environmentálním faktorům. Stromy v pásmech výrazného imisního ohrožení chřadnou a odumírají, čímž současně zaniká genetická informace, kterou v sobě nesou. V pásmech slabšího imisního ohrožení dochází k fyziologickému oslabení stromů s dopady na jejich reprodukční schopnost, která se projevuje snížením fruktifikace a poklesem klíčivosti semen. Jsou tak omezeny, případně až zcela vyloučeny možnosti přirozené obnovy i sklizně osiva za účelem výsadeb. Přirozené zmlazení i vysazené kultury navíc trpí nevhodnými fyzikálními i chemickými půdními poměry a útlakem buřeneš. Možnost uchování genofondu generativní cestou v těchto podmínkách v podstatě selhává. U oslabených jedinců je však problematické i vegetativní množení (ŠINDELÁŘ 1983, 1984a, b, c).

V oblastech s vysokým imisním zatížením lze využívat pouze některé metody zachrany a zachování genofondu lesních dřevin. Žádný ze zdrojů, který se nachází v podmínkách *in situ*, tj. uznané porosty, ortety, rodičovské stromy, výzkumné plochy, existující semenné sady a klonové směsi (ŠINDELÁŘ 1983), ale ani přírodní rezervace či genové základny, zde nelze považovat za spolehlivou ochranu.

7.2 Obnova a vegetativní množení smrku

Jedním ze základů odpovědného lesnického hospodaření je nutnost využívat k obnově lesa a k zalesňování stanoviště a geneticky vhodný reprodukční materiál pěstovaných dřevin. Toho lze dosáhnout buď přirozenou obnovou porostů, které jsou z hlediska svého původu a fenotypových charakteristik k uvedenému způsobu obnovy vhodné, nebo obnovou umělou s využitím reprodukčního materiálu, jenž dává na daném stanovišti předpoklad vzniku kvalitního a produkčně hodnotného porostu. Výjimku představují porosty, v nichž je upřednostňována jiná než produkční úloha, např. lesy v různých typech chráněných území (omezení důrazu na hospodářsky hodnotné fenotypové vlastnosti), rekreační parkové lesy (omezení ekonomického hlediska při volbě optimální druhové skladby) aj.

Převládajícím způsobem obnovy lesních porostů v našich podmínkách je generativní reprodukce, a to jak přirozená šířením semen, tak především umělá prostřednictvím výsadeb, příp. i sítí. Vegetativní přirozená obnova kořenovými a pařezovými výmladky či hřížením spodních větví je u nás méně běžná. U smrku ztepilého přichází v úvahu pouze hřížení, které má velký význam v extrémních podmínkách vysokohorských smrčín poblíž horní hranice lesa, neboť produkce kvalitního osiva a přežívání (ecese) semenáček jsou zde omezené.

Umělou obnovou lze zajistit odpovídající druhovou skladbu i prostorové uspořádání budoucích porostů. Je při ní nutno dbát i na hlediska provenienční a genetická. V extrémních horských podmínkách imisních oblastí není navíc cílem výběru sadebního materiálu vyšší intenzita růstu, ale nejlepší adaptace k nepříznivým vlivům prostředí (LEUGNER 2010). Pěstování a využití sazenic určených pro horské oblasti má svá specifika (JURÁSEK et al. 2007), v případě smrku je navíc dobře zvládnuta i technika jeho autovegetativní reprodukce řízkováním (např. JURÁSEK, MARTINCOVÁ 2004) a jsou pouze hledány a ověřovány postupy, které v praxi školkařských provozů zakořeňování řízků a produkci řízkovanců dále zefektivní (LEUGNER et al. 2009). Pokroky učinila i technologie mikropropagace smrku somatickou embryogenezi (MALÁ et al. 2010).

Literatura, která se zabývá vegetativní reprodukcí smrku, se většinou omezuje pouze na technologické postupy množení a produkce sazenic (např. JURÁSEK, MARTINCOVÁ 2004; NERUDA 2004) nebo na druhé straně na účely jejich využití. Pokud jde o konkrétní způsob, jakým by měl být tento materiál začleněn do procesu zakládání a obnovy lesa (tj. způsob vlastních výsadeb, spon, začlenění do směsí ap.), jsou literární zdroje jen málo početné.

Autovegetativní reprodukce umožňuje intenzivní šlechtění na základě individuálního výběru (FRÝDL et al. 2008). Může jít o selekci jedinců v náletech, výsadbách i na šlechtitelských plochách, která je zaměřena na žádoucí hospodářsky významné znaky a vlastnosti. Selektční postup lze podle potřeby kombinovat i s dalšími šlechtitelsky zaměřenými metodami, např. vazbou na předchozí hromadný výběr, kontrolované křížení aj.

V evropských podmínkách je v současnosti kombinace hromadného a individuálního výběru s následným množením (většinou řízkováním) u smrku ztepilého aplikována ve značném rozsahu. LEUGNER et al. (2009) uvádějí výsledky sledování růstu klonového sadebního materiálu (řízkovanců) v horských extrémních podmínkách, které dokládají nadprůměrnou růstovou dynamiku a dobrý zdravotní stav jedinců vegetativního původu ve srovnání s kontrolními jedinci generativního původu. Také v morfologických parametrech a zdravotním stavu směsi klonů zpravidla převyšovaly růst kontrolních generativních sazenic.

Předmětem diskusí v souvislosti s praktickým využíváním sazenic z autovegetativního množení je otázka, zda je reprodukční materiál z hlediska ujmavosti, růstu a vitality srovnatelný se sazenicemi generativního původu. Současné zkušenosti a výsledky výzkumu realizovaného u různých dřevin v ČR tuto srovnatelnost potvrzují, alespoň do vývojového stadia pozorování (MALÁ et al. 1999, 2010; CHALUPA 2001; ŠINDELÁŘ 2002; FRÝDL et al. 2008 aj.).

Úspěšnost zakořeňování řízků smrku ztepilého nezávisí jen na věku ortetů, ale podílí se na ní celá řada dalších faktorů. Tyto faktory odvodil ve formě obecných poznatků na základě studia literatury i vlastních experimentálních zkušeností např. GIROUARD (1974) v tomto pořadí: druh dřeviny, populace, jedinec, věk jedince, pozice řízků na stromě a na větvi, typ a délka řízků, roční doba odběru řízků, chemické ošetření a prostředí k zakořeňování.

Jak uvádí např. JURÁSEK (2004), nebyly při sledování morfogeneze a kvality kořenových systémů řízkovanců smrku po výsadbě do lesních porostů zaznamenány problémy. Při dodržení doporučených technologických postupů jsou kořenové soustavy smrku z autovegetativního množení srovnatelné s jedinci generativního původu, a to nejen při dopěstování ve školce, ale i v trvalých výsadbách v lese. Také MAUER (1993) na základě analýzy smrkových porostů až do věku 25 let 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.

Otázkou používání vhodných stimulátorů růstu (složení, způsoby aplikace) se zabývali např. MICHNIEWICZ (1969), LIPECKI a DENNIS (1970), CHMELÍKOVÁ a CUDLÍN (1990). Za hlavní efekt používání stimulátorů růstu je možno považovat zejména výrazné množství zakořeněných řízků a téměř vždy zkvalitnění kořenového systému pěstovaných sazenic (DEUBER, FARRAR 1940; LARSEN 1946; KLEINSCHMIT et al. 1973; PAULE, 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).

K problematikým aspektům využívání sazenic vegetativního původu může patřit zúžení geneticky podmíněné proměnlivosti a tím omezení žádoucí adaptační schopnosti a oslabení stability vzniklých porostů. K opatřením, která mají toto nebezpečí omezit, patří ustanovení o minimálním počtu klonů v kulturách syntetických směsí. V ČR byl v minulosti pro takto vytvářené směsi stanoven minimální počet 100 klonů (Směrnice 1988). Uvedená úprava však do novějších právních předpisů (zákon č. 149/2003 Sb., vyhláška MZe ČR č. 29/2004 Sb.) neby-

la převzata. Informace z dalších publikovaných prací (HUEHN 1979; NASSAR, HUEHN 1987 ex ŠINDELÁŘ 1992) či směrnice platné ve své době např. ve Švédsku (LINDELL 1991 ex ŠINDELÁŘ 1992) nebo ve Finsku (RUSANEN 1992) aj. naznačují, že je možné uvažovat za určitých okolností i s menším počtem, řádově s desítkami klonů. Určitý minimální počet klonů je však nezbytný pro zajištění dostatečného genetického polymorfismu směsi, který je jedním ze základních předpokladů stability budoucích lesních porostů (ŠINDELÁŘ 1992). SVOLBA (1996) uvádí ze SRN u velkoplošných výsadeb klonových směsí hospodářsky významných lesních dřevin minimální počet 500 různých klonů, který se může při zalesňování maloplošných výsadeb snížit na 100. V případě vedlejších druhů lesních dřevin může být směs tvořena 100, příp. i 30 klony. Ve Švédsku se problém řeší na základě úrovně znalosti informací o genetické podmíněnosti vlastností jednotlivých klonů (ŠINDELÁŘ 2002).

Určitým problémem při autovegetativním množení je též věk, resp. stárnutí klonů. Řadu dřevin, hlavně jehličnatých, je ve vyšším věku obtížné autovegetativně množit. 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, b, 1992; RÖHLUND 1975, 1979; JESTÄDT 1980; SCHACHLER, MATSCHKE 1984; WÜHLISCH 1984; MEDEDOVIČ 1987 aj.). Při řízkování pro komerční účely jsou nejvhodnější řízky ne starší než 4leté. Při dodržení uvedených kritérií je možno dosáhnout až 100% úspěšnosti zakořeňování (BARDZAJN 2007). O používání řízků z dospělých stromů referují např. DEUBER a FARRAR (1940), EWALD a SCHACHLER (1990) či JANSON (1990). V takových případech ale potomstva získaná z řízkovanců pocházejících ze starších ortetů vyžadují větší péči v rámci aplikace opatření k docílení uspokojivé tvárnosti kmene a růstových charakteristik (KLEINSCHMIT 1972b; BENTZER 1988; DEKKER-ROBERTSON, KLEINSCHMIT 1991).

Jedním ze způsobů, jak eliminovat vliv starších mateřských jedinců na kvalitu pěstovaných řízkovanců, je využívání sériových způsobů množení. Rejuvenilizace je dosahována roubováním (FRÖHLICH 1961), příp. mikroroubováním (EWALD, SCHACHLER 1990; EWALD et al. 1991). Při mikroroubování smrku však úspěšnost nebývá nijak výrazná (EWALD et al. 1991). Proto bývá při rejuvenilizaci mateřských jedinců doporučováno využívání systému opatření, který kombinuje způsoby množení roubováním i řízkováním (DORMLING, KELLERSTAM 1981; BOURIQUET et al. 1985; MATSCHKE et al. 1991). Vhodným opatřením je rovněž aplikace cytokininů na ortety, kterou je možné dosáhnout částečnou rejuvenilizaci smrkových klonů s efektem redukce kvetení a zvýšení zakořeňovací schopnosti (BOURIQUET et al. 1985; MATSCHKE et al. 1991). Částečné rejuvenilizace prýtlů lze dosáhnout též externí aplikací ortho-vanillinu. Prýtlů je pak možno použít k řízkování (EWALD,

SCHACHLER 1990). Sériové způsoby vegetativního množení využívané ve šlechtění lesních dřevin a vhodné k aplikování metod klonového lesnictví mohou tedy efekt staršího věku ortetů výrazně snížit (ST. CLAIR et al. 1985; DEKKER-ROBERTSON, KLEINSCHMIT 1991).

Určitý problém mohou představovat výhrady rezortu ochrany přírody a krajiny k uplatňování materiálu z autovegetativního množení v lesním hospodářství. Klonové hospodářství nepochybně představuje v lesnictví značnou manipulaci s přírodou, výrazně větší než je tomu při umělých obnovách materiálem generativního původu (ŠINDELÁŘ 2002). U kvalitně připravených a dokumentovaných šlechtitelských programů, zvláště těch, které jsou orientovány na zachování původního genofondu, by však mezi lesníky a pracovníky ochrany přírody nemělo docházet k věcným neshodám.

7.3 Záchrana, zachování a reprodukce genetických zdrojů smrku v Krušných horách

Jak uvádí KAŇÁK (1988), byl fenomén dočasné individuální rezistence u některých jedinců smrku předmětem zájmu odborníků již na konci 50. a počátku 60. let minulého století (CVRKAL 1959; PELZ, MATERNA 1964). Vzorky z těchto jedinců byly začátkem 60. let podrobeny terpenovým analýzám, které prokázaly, že zastoupení určitého typu monoterpenů je přímo úměrné stupni rezistence zkoumaných jedinců.

V rámci řešení jiného výzkumného úkolu odebírali pracovníci VÚLHM J. Materna a B. Vinš v letech 1962–1967 rouby z dospělých smrků vykazujících odolnost vůči imisní zátěži (HYNEK et al. 1999a). Z tohoto materiálu založil J. Šindelář na tehdejší Správě pokusných lesních objektů (SPLO) VÚLHM Jíloviště-Strnady (dnes ve správě Lesů Jíloviště, s. r. o.) v sedmdesátých letech dva klonové archivy a dva semenné sady, které byly určeny k dalšímu výzkumu i provoznímu využití.

KAŇÁK (1986, 1987, 1988) věnoval pozornost i evolučním principům souvisejícím s uplatňováním teorie „zakladatelské populace“. Doporučil ověřovat růst roubovanců vypěstovaných s využitím metody „vysokého roubování“ (TZSCHACKSCH 1985) a sledovat další charakteristiky, zejména zdravotní stav a odolnost vůči imisnímu zatížení. Tato metoda se měla kombinovat s využíváním přirozených náletů pod rezistentními dospělými jedinci smrku pro odběr řízků za účelem produkce vegetativního sadebního materiálu.

Ucelené návrhy na záchranu, zachování a reprodukci genofondu smrku ztepilého v oblastech postižených imisními kalamitami byly publikovány na začátku 80. let minulého století (Kolektiv 1980; ŠINDELÁŘ 1983, 1984a, 1984b, 1987, 1989b aj.). V pracích různých autorů (KAŇÁK 1988; ŠINDELÁŘ 1989a; HYNEK 1992) byla publikována schémata šlechtitelských programů na záchranu, zachování a reprodukci genofondu smrku v Krušných horách, která dokládají dlouhodobost a náročnost celého procesu.

Jiné výzkumné aktivity byly zahájeny z iniciativy O. Tzschacksche z pokusné stanice Graupa výzkumného ústavu Eberswalde v tehdejší NDR (PAJCHL 1984; HYNEK et al. 1999a). Výzkum probíhal na české, německé i polské straně Krušných hor v období 1973 až 1990.

KAŇÁK (1988) navrhl pro oblast Krušných hor dva typy šlechtitelských programů pro smrk; jeden na regionální úrovni, druhý na úrovni druhové (populační). V případě šlechtitelského programu na regionální úrovni navrhl využít jako základní zdroj vyhledané rezistentní jedince smrku ztepilého; šlechtitelský program na druhové úrovni zahrnoval návrh na využití osiva rozdílného původu pro účely založení provenienčních ploch *in situ*. Pokud jde o hledisko původnosti selektovaných stromů, zdůrazňuje KAŇÁK (1987), že jedinci alochtonního původu, kteří odolali tlaku imisí, prokázali svou adaptační schopnost a mají pro budoucí lesní hospodářství stejnou hodnotu jako rezistentní jedinci autochtonního krušnohorského ekotypu.

V rámci činnosti semenářsko-šlechtitelské stanice při Západočeských státních lesích v Plzni byl ke konci devadesátých let ve spolupráci s lesnickým výzkumem navržen a realizován postup aplikace výše uvedeného šlechtitelského programu záchran, zachování a reprodukce smrku pro západní část Krušných hor. Postupně tak bylo založeno několik klonových archivů *in situ* a *ex situ* jak na vybraných lokalitách Krušných hor, tak i na lokalitách správy Lesy Jíloviště. Rouby z rezistentních smrků byly použity rovněž pro založení semenného sadu Obora na území dnešní LS LČR Kraslice a osivo získané sběrem šišek z rezistentních smrků se spolu s vyzvednutými semenáčky z náletu pod těmito stromy staly v roce 1989 základem první uznané matečnice Lísek u Plzně.

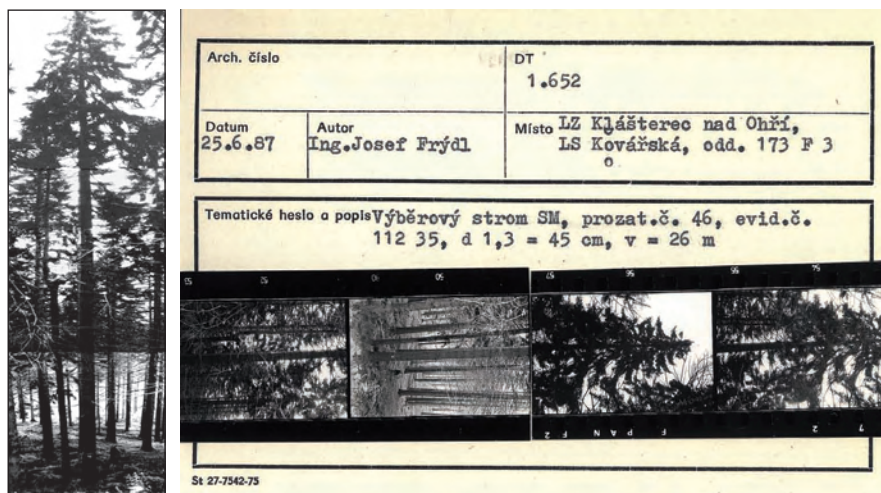
Přibližně od roku 1986 bylo v souladu s později publikovaným šlechtitelsky zaměřeným programem na záchranu genofondu krušnohorského smrku (HYNEK, FRÝDL 1988), zohledňujícím i kvalitu selektovaných jedinců (obr. 4), zahájeno další vyhledávání rezistentních smrků (HYNEK 1996; HYNEK et al. 1999a).

V roce 2002 Městské lesy Plzeň, které od roku 1992 vlastnily pozemek s výše zmiňovanou matečnicí Lísek, oznámily LČR, s. p., záměr tuto matečnici zrušit a pozemek převést na lesní školku. Z tohoto důvodu založily LČR, s. p., novou

matečnici Hrad (LS LČR Klášterec) s autovegetativně (řízkováním) reproduko-
vanými klony rezistentních jedinců smrku z původní matečnice Lísek. První fáze
založení matečnice Hrad proběhla během května 2006, dosadba se uskutečnila
v březnu 2007 (HRDLIČKA 2010 in litt.).

Posouzení genetické diverzity nové matečnice Hrad a zhodnocení rozdílů mezi
růstem řízkovanců a generativních potomstev smrku na čtyřech výsadbách
původem z matečnice Lísek (LS LČR Horní Blatná – Blatenský vrch, LS LČR
Klášterec – Ptačí alej, LS LČR Kraslice – Rolava, LS LČR Litvínov – Pramenáč) z let
1994–2001 se v období 2009–2011 staly předmětem řešení projektu GS LČR 9/2008
„Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev
rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných loka-
litách Krušných hor“ (FRÝDL et al. 2011b). V rámci tohoto projektu byl zpracován
i podrobný historický přehled výzkumných aktivit souvisejících se záchranou, za-
chováním a reprodukcí smrku ztepilého v Krušných horách (FRÝDL et al. 2011c),
jehož zkrácenou verzi představuje tato kapitola.

Šlechtitelský program na záchranu, zachování a reprodukci genofondu smrku
ztepilého v Krušných horách se podařilo od 70. a 80. let minulého století, kdy byl
zahájen, dovést až k jeho konečné fázi. Dnes tedy existuje možnost hromadné
produkce zachovaných klonů krušnohorských smrků s předpokládanou větší rezis-
tencí k působení průmyslových imisí a jejich návratu na původní lokality. K tomuto



Obr. 4: Vyhledávání a evidence rezistentních jedinců smrku ztepilého na bývalém
LZ Klášterec nad Ohří, lesní správa Kovářská v roce 1987 (archiv VÚLHM)

účelu může sloužit mj. založená matečnice Hrad. U ostatních možných zdrojů tohoto cenného reprodukčního materiálu, které jsou lokalizovány např. ve středních Čechách (Lesy Jíloviště, s. r. o.), je třeba dořešit legislativní podmínky (uznání podle zákona č. 149/2003 Sb.) pro možnost jeho uvádění do oběhu. Přehled evidence výzkumných ploch se smrkem ztepilým, na kterých se nachází reprodukční materiál původem z Krušných hor, uvádějí např. HYNEK a MALÁ (2000) nebo BERAN a MALÁ (2001).

7.4 Ověření růstových vlastností řízkovanců a vhodnosti využívání matečnice Hrad

Analýza zaměřená zejména na vzájemné srovnání růstu výsadeb řízkovanců s výsadbami generativního původu vychází především z informací, které byly shromážděny v letech 2009–2011 v Krušných horách (FRÝDL et al. 2011b).

Pokud jde o srovnání různých způsobů přípravy půdy před založením polo-provozních výsadeb, lze částečně vycházet i ze zveřejněných výsledků čtyřletého sledování sedmi druhů dřevin na území Krušných hor (JURÁSEK et al. 1996). Analýza jejich růstu na lokalitách připravených různými mechanizačními prostředky ukázala poměrně malé rozdíly. Ani na zdravotním stavu kultur se způsob přípravy půdy neprojevil.

Vzájemné porovnání stavu kořenového systému řízkovanců a jedinců generativního původu bylo provedeno týmem profesora O. Mauera z Mendelovy univerzity v Brně (MAUER et al. 2010). U porovnatelných ploch v oblasti LS LČR Litvínov nebyly zjištěny žádné rozdíly ve vývinu, architektuře nebo funkčnosti mezi kořenovými systémy řízkovanců a smrků generativního původu. Autoři citují i některé další práce, které dospěly ke shodným závěrům, avšak v podmínkách neimisních oblastí. Přestože bylo v Evropě vysazeno již několik set hektarů řízkovanců smrku, nejsou známy informace, že by u nich docházelo ke snížení mechanické stability (MAUER et al. 2010).

Doporučované přednostní využívání krytokořenného sadebního materiálu vegetativního původu (JURÁSEK 2004) se rozchází s dosavadními technologickými postupy užívanými v Krušných horách, kdy byla aplikována výsadba prostokořenného sadebního materiálu. Od obalovaných sazenic bylo totiž v minulosti ustoupeno z důvodu vyšších nákladů, potřeby víceletého setrvání v obalu (hrozba kořenových deformací) a zejména díky zkušenosti, že při dobré manipulaci s prostokořenným sadebním materiálem nebyly zjištěny výrazné rozdíly v ujímavosti (HRDLIČKA 2001). Jak však naznačily výsledky kořenových analýz v rámci řešeného projektu

(MAUER et al. 2010), nebylo na žádné z hodnocených lokalit kořenovým deformacím zabráněno.

V matečnici Hrad (LS LČR Klášterec), která představuje nejvýznamnější zdroj zachovaného genofondu krušnohorského smrku, byly realizovány aktivity zaměřené na genetický screening statisticky reprezentativního souboru jedinců smrku ztepilého (donorů řízků). Byly odebrány vzorky k isoenzymovým analýzám, jejichž cílem bylo ověřit stupeň genetické diverzity disponibilního materiálu.

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

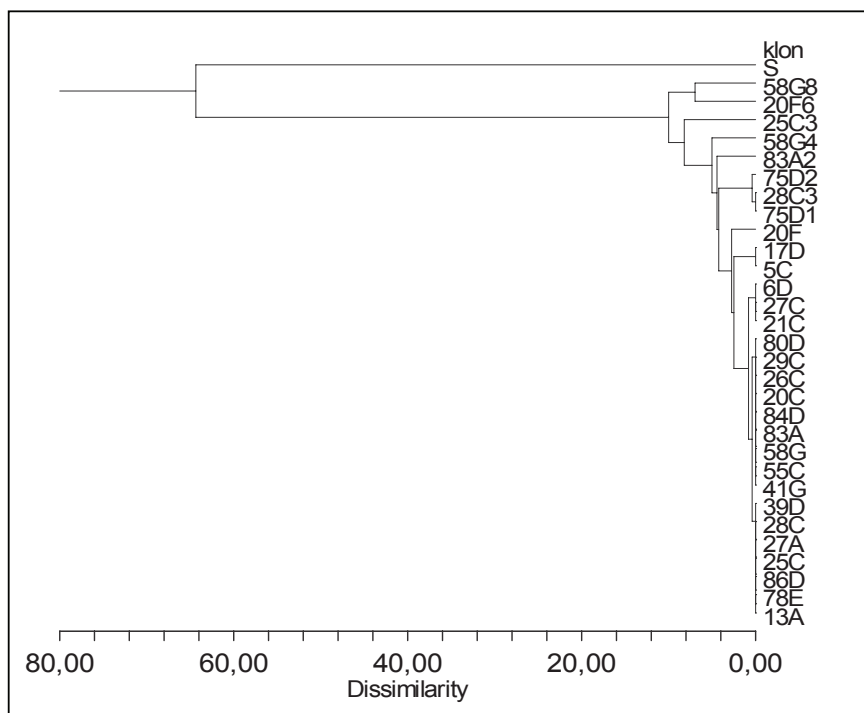
Na základě shlukové analýzy reprezentativního souboru smrků z matečnice Hrad bylo zjištěno, že je tvořen několika skupinami klonů, resp. řízkovanců, u kterých byla prokázána vzájemná genetická odlišnost různého rozsahu (obr. 5). V dendrogramu na obrázku je pro srovnání vyznačen genotyp „S“ představující porovnávací vzorek, který odpovídá jedincům smrku v lokalitách s předpokládaným zvýšeným environmentálním stresem.

Podobně jako u většiny jiných syntetických populací lesních dřevin (GÖMÖRY et al. 2003; IVANEK, PROCHÁZKOVÁ 2006; PROCHÁZKOVÁ et al. 2006; IVANEK et al. 2009a) 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 dvanáct geneticky odlišných skupin, z nichž dvě jsou tvořeny větším množstvím (7–9) klonů, zatímco každá z dalších deseti 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 (IVANĚK et al. 2009b), je však srovnatelná např. s diverzitou matečnice stresetolerantních směsí horských populací smrku z oblasti Krkonoš (JURÁSEK et al. 2010).

Další součástí projektu byla snaha shromáždit informace o výši ekonomických nákladů potřebných na vypěstování řízkovanců ve srovnání s běžnými sazenicemi generativního původu a nákladů na následnou pěstební péči po vysazení obou typů sadebního materiálu do určitého růstového období, minimálně do stadia zajištění kultury (věk 7 let).

Ze získaných údajů vyplývá, že náklady na výrobu jedné sazenice vegetativního původu představují ca 14 Kč a náklady na výrobu jedné sazenice generativního



Obr. 5: Dendrogram pro klony v matečnici Hrad na základě výsledků isoenzymových analýz (Centroid, Average Absolute Deviation); S – porovnávací vzorek

původu představují ca 5 Kč. Tyto ceny souhlasí i s dříve publikovanými údaji, že náklady na pěstování vegetativně množeného materiálu bývají několikanásobně (ŠINDELÁŘ 1982), resp. 1,5–3krát (RADOSTA 1987) vyšší ve srovnání s generativním množením, a to v závislosti na použité technologii řízkování. Uvedené hodnoty je však třeba pokládat za orientační.

Při srovnání nákladů na pěstební opatření realizovaná u vegetativních a generativních výsadeb v podmínkách Krušných hor po jejich výsadbách v období 1991–2001 bylo možno konstatovat, že i tyto náklady jsou u vegetativních výsadeb ve srovnání s generativními vyšší (v poměru ca 39 Kč u vegetativního jedince smrku a 20 Kč u jedince generativního).

8. LITERATURA

8.1 Seznam použité související literatury

- 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.
- BALCAR V., SLODIČÁK M., KACÁLEK D., NAVRÁTIL P. 2007. Metodika postupů přeměn porostů náhradních dřevin v imisních oblastech. Lesnický průvodce, 3: 34 s.
- BARDZAJN W. 2007. Vegetative propagation. In: Tjoelker M. G., Boratynski A., Bugala W. (eds.): 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.
- BERAN F., MALÁ J. 2001. Zhodnocení založených výzkumných ploch a klonových archivů včetně archivu explantátů. In: Slodičák, M., Novák, J. (eds.): Výsledky

- lesnického výzkumu v Krušných horách. Sborník z celostátní konference. Teplice, 1. 3. 2001. Opočno, VÚLHM: 99-110.
- BOURIQUET R., TSOĞAS M., BLASELLE A. 1985. Essais de rajeunissement de *lepicéa* par les cytokinines. Ann. Rech. Sylvic., AFOCEL: 173-185.
- CVRKAL H. 1959. Biochemická diagnóza smrků v kouřových oblastech. Lesnictví, 5 (11): 1033-1048.
- DEKKER-ROBERTSON D. L., KLEINSCHMIT J. 1991. Serial propagation in Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst.): Results from later propagation cycles. Silvae Genetica, 40: 202-214.
- DEUBER C. G., FARRAR J. L. 1940. Vegetative propagation of Norway spruce. J. For., 38: 578-585.
- 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., SCHACHLER G. 1990. Bessere Bewurzelung bei der Stecklingsvermehrung adulter Fichtenklone. Allg. Forst-Ztschr., 37-38: 961-963.
- EWALD D., PUTENIKHIN V., MATSCHKE J. 1991. Mikropropfung adulter Koniferen. Allg. Forstztg., 17: 878-880.
- FRÖHLICH H. J. 1961. Untersuchungen über das physiologische und morphologische Verhalten von Vegetativvermehrungen verschiedener Laub- und Nadelbaumarten. Allg. Forst- Jagdztg., 132: 39-58.
- GIROUARD J. M. 1974. Propagation of spruce by stem cuttings. N. Z. JU. For. Sci., 4 (2): 140-149.
- 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.
- HRDLÍČKA O. 2001. Využití řízkovanců smrku v imisních oblastech. Lesnická práce, 80/3: 104-106.
- <http://www.mezistromy.cz/cz/les/pestovani-lesa/ochrana-lesa>
- <http://vulhm.opocno.cz/sluzby4.html>
- HUEHN V. M. 1979. Beiträge zur Erfassung der phänotypischen Stabilität. EDV Med. Biol., 10: 112-117.
- HYNEK V. 1992. Šlechtění smrku ztepilého z imisně výrazně zatížených oblastí Čech. Lesnictví-Forestry, 38: 929-940.
- HYNEK V. 1996. Selektce specifických forem a jedinců smrku ztepilého (včetně hodnocení pokusných ploch se smrkem). Dílčí závěrečná zpráva za etapu č. 02

- výzkumného úkolu č. 9002 „Šlechtění domácích lesních dřevin jehličnatých“. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 10 s.
- HYNEK V., JURÁSEK A., CHMELÍKOVÁ E. 1999a. Tvorba stres tolerantních směsí smrku pro umělou obnovu lesa v oblasti Krušných hor s využitím přežívajících populací v této PLO. Přehled činnosti za rok 1999. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 15 s.
- HYNEK V., MALÁ J. 2000. Šlechtění lesních dřevin včetně zachrany a reprodukce genových zdrojů lesních dřevin v Krušných horách za rok 1999. In: Slodičák, M., Novák, J. (eds.): Výsledky a postupy výzkumu v imisní oblasti SV Krušnohoří. Sborník ze semináře. Teplice, 4. 2. 2000. Opočno, VÚLHM: 59-67.
- CHALUPA V. 2001. Rozmnožování lesních dřevin metodami *in vitro*. In: Nové poznatky z fyziologie a ekologie lesních dřevin. Sborník ze semináře. Praha. 3 s.
- CHMELÍKOVÁ E., CUDLÍN P. 1990. Stimulace zakořeňování smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karst.) pomocí ektomykorhizních hub. Lesnictví, 36/12: 985-992.
- JANSON L. 1990. Rozmnażanie starych drzew świerka (*Picea excelsa* Link.) przez zrzesy. Prace IBL, Warszawa 720.
- JESTÄDT M. 1980. Die autovegetative Vermehrung von Forstpflanzen. Allg. Forstztg., 35: 691-693.
- 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 výsadby schopných řízkovanců smrku ztepilého. Lesnický průvodce, 1: 24 s.
- JURÁSEK A., LEUGNER J., MARTINCOVÁ J. 2007. Specifika pěstování a využívání materiálu smrku ztepilého *Picea abies* /L./ KARST. pro horské oblasti. Lesnický průvodce, 2: 27 s.
- JURÁSEK A. 2009. Možnosti použití směsí klonů smrku ztepilého se zvýšenou odolností vůči stresům na antropogenně narušených stanovištích horských poloh. Závěrečná zpráva projektu NAZV 1G58021. Opočno, VÚLHM: 16 s.
- KADLUS Z., DOHNAL L. 1985. Aktuality v pěstování a ochraně lesů. Praha, SZN: 136 s.
- KAŇÁK K. 1986. Zacházení s genofondem v imisních oblastech Krušných hor. In: Celostátní 7. konferencia semenárstva a šľachtienia. Sborník příspěvků z celostátní konference. Spišská Nová Ves, DT Žilina: 114-122.
- KAŇÁK K. 1987. Strategie zachování kontinuity smrku v Krušných horách. Severočeskou přírodou, 20: 87-94.

- KAŇÁK K. 1988. Contribution to maintaining continuity of the Norway spruce in the Ore Mountains. *Folia Musei Rerum Naturalium Bohemiae Occidentalis, Botanica*, 27: 62 s.
- 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., MÜLLER W., SCHMIDT J., RACZ J. 1973. Entwicklung der Stecklingvermehrung von Fichte (*Picea abies* Karst.) zur Praxisreife. *Silvae Genetica*, 22/1-2: 4-13.
- KLEINSCHMIT J. 1992. Use of spruce cuttings in plantations. *For. Comm. Bull.*, 103: 1-10.
- Kolektiv útvaru Biologie a šlechtění lesních dřevin, VÚLHM Jíloviště-Strnady. 1980. Pro záchranu genofondu lesních dřevin v oblastech ohrožených imisemi. *Lesnická práce*, 59/6: 272-275.
- 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.
- LEUGNER J., JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J. 2009. Možnosti využití vegetativního množení smrku ztepilého řízkováním při pěstování sadebního materiálu pro extrémní obnovní stanoviště. In: Sušková, M., Debnárová, G. (eds.): Aktuálne problémy lesného škôlkarstva, semenárstva a umelej obnovy lesa 2009. Sborník príspevků z mezinárodního semináře. Liptovský Ján, 10.-11. 6. 2009. Zvolen, Národné lesnícke centrum: 83-89.
- LEUGNER J. 2010. Možnosti využití smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) se zvýšenou odolností ke stresům v extrémních horských polohách. Dizertační práce. Praha, ČZU v Praze, FLD: 83 s.
- LIPECKI J., DENNIS F. 1970. Kofaktory ukorzeniania się sadzonek. *Wiad. Bot.*, 14/2: 141-147.
- LOKVENEC T., DUŠEK V., JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J., PODRÁZSKÝ V., VACEK S., HANIŠ J., MINX A. 1992. Zalesňování Krkonoš. Vrchlabí, Opočno; Správa KRMAP, VÚLHM: 111 s.
- MALÁ J., CVIKROVÁ M., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P. 2010. Využití somatické embryogeneze pro reprodukci cenných genotypů smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karst.). *Lesnický průvodce*, 6: 15 s.

- MALÁ J., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., ŠÍMA P. 1999. Využití mikropropagace při záchraně cenných populací ušlechtilých listnatých lesních dřevin. Zprávy lesnického výzkumu, 44/4: 6-11.
- MATERNA J. 1973. Klasifikace ploch lesních porostů zasažených imisními vlivy stanovením pásem (zón) ohrožení s uvedením systému jejich vylišování. Jíloviště-Strnady, VÚLHM.
- 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., 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. Samostatná příloha Dílčí technická zpráva II projektu GS LČR 9/2008. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 15 s.
- MEDEDOVIČ S. 1987. Ožiljovanie reznica smrče u cilju razvijanja tehnologije masovne proizvodnje sadnica. Šumarstvo i prerada drveta, 41/1-3: 27-33.
- MICHNIEWICZ M. 1969. Znaczenie endogennych, fizjologicznie czynnych substancji w procesie ukorzenienia. Post. Nauk Roln., 116/2: 3-16.
- NERUDA J. 2004. Moderní technologie používané při výrobě sadebního materiálu smrku v ČR a EU. In: Smrk dřevina budoucnosti. Sborník referátů. Svoboda nad Úpou, 23.-24. 4. 2004. Hradec Králové, LČR: 47-55.
- PAJCHL J. 1984. Zachování genofundu lesních dřevin z imisních oblastí. Dílčí závěrečná zpráva etapy 03-02-06 úkolu P-16-331-457 Minimalizace ztrát způsobených znečištěním ovzduší na lesích. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 6 s.
- PAULE L., ŠKOLEK J. 1983. Príspevok k autovegetatívneho rozmnožovaniu hlavných lesných drevín. Acta. Fac. For., 25: 77-88.
- PAULE L. 1992. Genetika a šľachtenie lesných drevín. Bratislava, Príroda: 304 s.
- PELZ E., MATERNA J. 1964. Beiträge zum Problem der individuellen Rauchhärte von Fichte. Archiv f. Forstwes., 13 (2): 177-210.
- 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.
- RUSANEN M. 1992. Suomen metsäenjalostuksen yleisilastoja 1. 1. 1992 = General statistics on forest tree breeding in Finland 1. 1. 1992. Metsäentutkimuslaitoksen tiedonantoja, 421: 18 s.
- SCHACHLER G., MATSCHKE J. 1984. Stand und Perspektiven zur autovegetativen Vermehrung von Fichte. Beitr. Forstwirtschaft, 18/1: 19-24.
- SLODIČÁK M. et al. 2005. Lesnické hospodaření v Jizerských horách. Hradec Králové, Lesy České republiky; Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 232 s.
- SLODIČÁK M., BALCAR V., NOVÁK J., ŠRÁMEK V. et al. 2008a. Lesnické hospodaření v Krušných horách. Hradec Králové, Lesy České republiky; Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 480 s.
- SLODIČÁK M., KACÁLEK D., BALCAR V., NOVÁK J., NAVRÁTIL P., SMEJKAL J. 2008b. Obnova lesa v Krušných horách. In: SLODIČÁK, M., BALCAR, V., NOVÁK, J., ŠRÁMEK, V. et al.: Lesnické hospodaření v Krušných horách. Hradec Králové, Lesy České republiky: 303-316.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J., NAVRÁTIL P., SMEJKAL J. 2008c. 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., 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.
- Směrnice. 1988. Směrnice pro uznávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos. Praha, Ministerstvo lesního a vodního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu ČR: 22 s.
- SVOLBA J. 1996. Zkušenosti s pěstováním sadebního materiálu lesních dřevin vegetativními způsoby v lesním hospodářství Dolního Saska. In: Perspektivy použití vegetativně množeného sadebního materiálu v podmínkách lesního hospodářství. 101 s. Sborník referátů z odborného semináře. Brno, 11. 12. 1996. Opočno, Brno; VÚLHM, MZLU: 19-28.
- 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.

- ŠINDELÁŘ J. 1982. Koncepce programů vegetativního množení lesních dřevin. Zprávy lesnického výzkumu, 27/4: 1-4.
- ŠINDELÁŘ J. 1983. Opatření v imisních oblastech směřující k záchraně genofondu lesních dřevin. Závěrečná zpráva za etapu hlavního úkolu R 331 012 – Dlouhodobé výhledy rozvoje lesního hospodářství ČSR do r. 2000. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 46 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1984a. Opatření k záchraně a reprodukci genofondu lesních dřevin. Lesnický průvodce, 2: 94 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1984b. Opatření k záchraně a reprodukci genofondu lesních dřevin. In: Peřina, V. a kol.: Obnova a pěstování lesních porostů v oblastech postižených průmyslovými imisemi. Praha, SZN: 70-84.
- ŠINDELÁŘ J. 1984c. Opatření k záchraně a reprodukci genofondu lesních dřevin z imisních oblastí se zvláštním zřetelem k podmínkám kraje východočeského. In: Vegetativní množení smrku z Krkonošské oblasti. Sborník referátů, 18. 5. 1984 Týniště nad Orlicí – Pardubice, Dům techniky ČSVTS: 2-12.
- ŠINDELÁŘ J. 1987. Komplexní prováděcí projekty k realizaci „opatření k záchraně a reprodukci genofondu lesních dřevin“. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 114 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1989a. Koncepce autovegetativního množení lesních dřevin pro potřeby lesnické praxe. Lesnická práce, 69/2: 72-78.
- ŠINDELÁŘ J. 1989b. Rámcové projekty k realizaci opatření k záchraně a reprodukci genofondu lesních dřevin. Lesnický průvodce, 1: 36 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1992. Základní principy šlechtitelských programů pro hospodářsky významné lesní dřeviny jehličnaté. Lesnický průvodce, 1: 78 s.
- 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 s.
- TZSCHACKSCH O. 1985. Ergebnisse der Züchtung relativ rauchharter Baumarten und deren Praxiswirksame Überleitung. Technik und Umweltschutz, 31: 140-150.
- Vyhláška MZe ČR č. 29/2004 Sb. ze dne 20. ledna 2004, kterou se provádí zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin. Sbírka zákonů ČR 2004, částka 9, s. 467-528.

- WÜHLISCH VON G. 1984. Propagation of Norway Spruce Cuttings Free of Topophysis and Cyclophysis Effects. *Silvae Genetica*, 33/6: 215-219.
- ZAVADIL Z. 1979. Řízkování lesních dřevin. Studijní informace, Lesnictví. Jiloviště-Strnady, VÚLHM: 53 s.
- Zákon č. 149/2003 Sb. ze dne 18. dubna 2003, o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnický významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin). Sbírka zákonů ČR 2003, částka 57, s. 3279-3300.

8.2 Seznam publikací, které předcházely metodice

- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., ČÁP J., KAŇÁK J. 2008. Metodické postupy využívání způsobů autovegetativního množení ve šlechtění lesních dřevin. Lesnický průvodce, 7: 33 s.
- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., BURIÁNEK V., ČÁP J. 2011a. Možnosti využití vegetativních variant rezistentních jedinců smrku ve vybraných oblastech Krušných hor. In: Aktuality v pěstování méně častých dřevin v České republice. Sborník referátů, Kostelec nad Černými lesy, 25. 11. 2011. FLD ČZU v Praze, Kostelec nad Černými lesy: 118 s.
- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., IVANEK O. 2011b. Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných lokalitách Krušných hor. Závěrečná technická zpráva projektu GS LČR 9/2008. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 62 s.
- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., IVANEK O., BURIÁNEK V., ČÁP J. 2011c. Možnosti pěstebního využití rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu v Krušných horách. Aktualizovaný dílčí realizační výstup II projektu GS LČR 9/2008 „Ověření geneticky podmíněných charakteristik výsadeb vegetativních potomstev rezistentních variant smrku ztepilého vegetativního původu na vybraných lokalitách Krušných hor“. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 39 s.

- HYNEK V., FRÝDL J. 1988. Šlechtitelská opatření k záchraně a reprodukci genofondu smrku ztepilého v Krušných horách. Lesnická práce, 67/8: 350-356.
- IVANEK O. 2000. Výsledky analýzy izoenzymů u smrkových porostů s různou tolerancí vůči průmyslovým imisím. In: Slodičák, M., Novák, J. (eds.): Výsledky a postupy výzkumu v imisní oblasti SV Krušnohoří. Sborník referátů z celostátního semináře. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 69-74.
- 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. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 111-114.
- 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; Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 431 s.
- 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.
- IVANEK O. 2006. Výsledky isoenzymových analýz populací smrku ztepilého na plochách s různými stanovištními podmínkami. Zprávy lesnického výzkumu, 51/1: 32-37.
- IVANEK O., KAŇÁK J., NOVOTNÝ P. 2009a. Zakládání semenných sadů druhé generace pro borovici lesní. Závěrečná technická zpráva projektu GS LČR 7/2007. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 40 s.
- IVANEK O., MATĚJKA K., NOVOTNÝ P. 2009b. Genetická struktura dvou částí porostu smrku ztepilého při horní hranici lesa na území KRNAP. Zprávy lesnického výzkumu, 54/4: 300-306.
- JURÁSEK A., MARTINCOVÁ J., LEUGNER J., IVANEK O. 2010. Udržení stability a biodiverzity horských populací smrku ztepilého. Výroční zpráva projektu QH92062. Opocno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti.
- PROCHÁZKOVÁ Z., BEZDĚČKOVÁ L., BERAN F., IVANEK O. 2006. Fruktifikace a kvalita semen borovice lesní ze semenných sadů Panenská, Pabožek, Vřesná a Holičky. In: Z. Procházková, P. Kotrla (eds.): Semenné sady jako zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu – minulost, současnost a budoucnost. Sborník referátů z mezinárodního odborného semináře, Bzenec 20.–21. 6. 2006. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 56-64.

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.

POSSIBILITIES OF SILVICULTURAL UTILIZATION OF VEGETATIVELY MAINTAINED VARIANTS OF RESISTANT NORWAY SPRUCE FROM THE KRUŠNÉ HORY (ORE MOUNTAINS)

Summary

Synthetic populations from vegetative propagation make a significant contribution to ensuring that necessary reproductive material as a source material for the implementation of the breeding measures available for adding value to future forest stands. Then, forest tree species propagation by cuttings and other vegetative methods is an important tool in a program of practically-oriented tree breeding and its complementary objectives, the preservation of biological diversity in forest ecosystems. Utilization of vegetative propagation by cuttings is especially important in the case of vegetative propagation of resistant (stress-tolerant) material in the imission areas.

In the framework of the programmes oriented to the preservation and reproduction of significant Ore Mountains ecotype of Norway spruce, an important factor for evaluation is the relative resistance of some individuals to air pollution. In remnant older spruce stands in the Ore Mountains, there were individual trees that resisted imission damage longer than their neighbours, although they eventually succumbed to the heavy pollution load. It is from these individuals that vegetative samples were taken.

Genetic reasons of this resistance may be exhibited by some combination of morphological, anatomical, physiological and/or biochemical properties, which determine the extent of resistance. These characteristics are likely related to the anatomical traits of the assimilation organs (the number and size of stomates in the needles, which influences the gas throughput of the assimilation organs), including the physiological and biochemical properties. Research results further indicate that resistance to imissions is of function of many genes. So, the reasons of this resistance are closely linked to exposure to air pollution and are as multi-sourced and variable as air pollution itself.

The intent of this study is to provide owners and administrators of the forest in the Ore Mountains with methodological guidance on the use of vegetative reproductive material of Norway spruce on their forest management units. Using our results of the comparison of the growth of the Ore Mountains Norway spruce vegetative variants with comparable Norway spruce generative plantings, it is possible to estimate the potential future use of disposable vegetative reproductive material

of resistant spruce, collected by the State Enterprise Forest of the Czech Republic staff in cooperation with the staff of the Forestry and Game Management Research Institute. This potential source material is currently concentrated mainly in the Hrad plantation located on the Klášterec Forest Enterprise.

Recent publications on forestry management in our most important imission-damaged areas (SLODIČÁK et al. 2005, 2008), do not deal specifically with the question of the use of vegetative propagated material in these conditions. Therefore, it is appropriate to educate managers about this practice, so that they might consider material of vegetative origin as an option when deciding to source material for regenerating stands.

LESNICKÝ PRŮVODCE



Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
www.vulhm.cz