

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti



# **Výzkumné provenienční a jiné šlechtitelské plochy v lesním hospodářství České republiky**

Metodické principy zakládání a hodnocení

**Ing. Jiří Šindelář, CSc.**

VÚLHM 2004

## **Lesnický průvodce 2/2004**

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti  
Jíloviště-Strnady, 156 04 Praha 5-Zbraslav

Odpovědný redaktor: Mgr. E. Krupičková

Určeno pro služební potřebu

ISSN 0862-7657

ISBN 80-86461-18-1

# OBSAH

1. Úvod	5
2. Cíl práce	8
3. Provenienční výzkum a výzkumné provenienční plochy	8
3.1 Cíle provenienčního výzkumu	9
3.2 Typy provenienčních ploch podle základních cílů výzkumu	12
3.2.1 Pokusy prvního kroku	12
3.2.2 Pokusy druhého kroku	14
3.3 Typy výzkumných provenienčních ploch podle věku (zvolené doby pozorování)	17
3.3.1 Školkařské pokusy	18
3.3.1.1 Všeobecné zásady	18
3.3.1.2 Stanovištní poměry v lesních školkách a plánování školkařských pokusů	20
3.3.1.3 Pozorování v lesních školkách	21
3.3.1.4 Časně testy	22
3.3.2 Provenienční pokusy ve stadiu lesních porostů	23
3.3.2.1 Krátkodobé pokusy provenienční	23
3.3.2.2 Pokusy střednědobé	24
3.3.2.3 Dlouhodobé pokusy	24
3.3.2.4 Porovnávací standardy	29
3.3.2.5 Výsadba výzkumných provenienčních ploch a péče o ně	30
3.3.2.6 Měření a další pozorování na výzkumných plochách	34
3.3.2.7 Vyhodnocení výsledků měření a dalších šetření	36
3.4 Základní reprodukční materiál, osivo pro provenienční výzkum	37
3.4.1 Volba lokalit proveniencí	37
3.4.2 Charakteristika porostů	38
3.4.3 Způsob zajištění osiva	40
3.5 Plánování, zakládání a hodnocení provenienčních pokusů	42
3.5.1 Homogenita stanoviště	43
3.5.2 Metody zakládání pokusů	44
3.5.2.1 Metoda kompletního blokového uspořádání	45
3.5.2.2 Metoda dvojitého mřížového uspořádání	47
3.5.3 Velikost parcel	48
3.5.4 Hodnocení provenienčních pokusů	51
3.5.4.1 Pokusy v kompletním náhodném blokovém uspořádání	51
3.5.4.2 Pokusy v systému dvojité mříže	53
3.5.4.3 Hodnocení série výzkumných provenienčních ploch	55
3.5.5 Výsledky provenienčních pokusů	57
4 Ověřování (testování) porostů uznaných ke sklizni osiva a semenných sadů metodou srovnávacích výsadeb	58
4.1 Cíle, objekty a principy ověřování	58

4.2 Zásady zakládání, uspořádání a hodnocení ověřovacích pokusů . . . . .	59
4.3 Sledované znaky . . . . .	60
4.4 Návrhy na uznání ověřovaných jednotek za ověřené (elitní) . . . . .	61
5 Ověřování klonových směsí z autovegetativního množení metodou srovnávacích výsadeb . . . . .	62
5.1 Všechny dřeviny a mezidruhové kříženci s výjimkou topolů . . . . .	62
5.2 Druhy rodu <i>Populus</i> . . . . .	63
6 Ověřování výběrových stromů testy potomstev, zejména metodami srovnávacích výsadeb . . . . .	65
6.1 Cíl práce . . . . .	65
6.2 Metodické postupy ověřování . . . . .	66
6.3 Selektce výběrových stromů a kontrola fenotypu . . . . .	67
6.4 Klonové zkoušky . . . . .	68
6.5 Zkoušky výběrových stromů potomstvy z kontrolovaného křížení . . . . .	70
6.6 Kombinační schopnost ověřovaných klonů . . . . .	72
6.7 Zkoušky výběrových stromů potomstvy z volného sprášení . . . . .	74
7 Závěr . . . . .	76
8 Literatura . . . . .	79
Tabulky, obrázky	

# 1. Úvod

I když mnohé vlastnosti rostlinného materiálu se dají sledovat přímým pozorováním v terénu a laboratorními metodami, je základem pro řešení mnohých vědeckých i prakticky orientovaných otázek „polní“ pokus. Prostředí, kde je pokus založen, se svými přírodními zejména klimatickými a půdními podmínkami se stává vlastně terénní laboratoří. V lesním hospodářství se výzkum zvláště v biologických oborech, jako je genetika a šlechtění lesních dřevin, introdukce cizokrajných dřevin, lesní semenářství, pěstování lesů s celým dalším spektrem dílčích oborů, neobejde bez zakládání výzkumných ploch v lesním prostředí a s jejich hodnocením. Jde vesměs o zakládání srovnávacích ploch, na kterých se sleduje proměnlivost a odlišnost pokusných variant. Méně často se zakládají plochy, které nesledují srovnávání jednotlivých různých pokusných variant vysazených na ploše, ale proměnlivost znaků a vlastností jedinců nebo jejich souborů v čase.

Při každé práci s živými organismy je nutno brát v úvahu základní charakteristiku všeho živého, tj. proměnlivost. Mezi vyššími organismy sotva nalezneme, až na výjimky, dva jedince, kteří by byli úplně a do všech podrobností ve svých znacích a vlastnostech stejní. Tato proměnlivost se pochopitelně netýká jen znaků morfologických, anatomických, ale i velmi rozmanitých vlastností fyziologických a genetických. Některé z těchto vlastností jsou dobře patrné a poměrně jednoduše zjiřitelné, jiné se dají definovat pouze na základě složitějších metod fyziologického, biochemického a genetického výzkumu.

Z vědeckého i praktického hlediska je třeba určitým způsobem charakterizovat živé organismy a na základě vhodných charakteristik je systematicky porovnávat a třídit. Také proměnlivost jednotlivých znaků a vlastností a podle možností i příčiny proměnlivosti musí být pozorovány a určitým vhodným způsobem charakterizovány. Příčiny proměnlivosti lze v podstatě rozdělit do dvou skupin, a to na příčiny genetické povahy a na soubor příčin vyplývajících z existence a vlivu životního prostředí. Je pochopitelné, že proměnlivost nelze charakterizovat na základě jediného případu, ale srovnáním a charakteristikou většího počtu případů určitého souboru (např. stromů v porostu). Čím větší počet případů se zkoumá, tím spolehlivější obraz o skutečném stavu lze získat. Absolutně přesnou informaci by bylo možno teoreticky získat zkoumáním všech možných případů. Tento postup však není většinou možný ani teoreticky, natož prakticky. Dostatečně spolehlivou, správnou informaci lze však získat vyšetřením určitého, dostatečně velkého počtu případů, tvořících tzv. výběrový soubor ve smyslu statistickém.

Jedině tehdy, když jsou jednotlivé soubory organismů v žádoucím smyslu dostatečně charakterizovány, je možno je srovnávat, formulovat, a vhodně interpretovat rozdíly, kterými se odlišují, a navíc lze do určité míry, podle podmínek s různou mírou spolehlivosti, posuzovat i soubory příčin variability. Nástrojem zkoumání proměnlivosti organismů a jejich souborů, rozdílů mezi soubory, jsou obecné metody matematické statistiky, která je nedílnou součástí metodických postupů zakládání a hodnocení pokusů, mimo jiné i porovnávacích výsadeb různých typů a zaměření.

Specifickou charakteristikou lesního hospodářství, ve srovnání např. se zemědělstvím, je skutečnost, že pracuje s dlouhověkými organismy. Charakteristickým znakem většiny hlavně srovnávacích výzkumných ploch v lesním hospodářství je požadavek, že plochy musí být sledovány a hodnoceny po určitou dobu, zpravidla více méně pravidelným opakováním měření a hodnocení v kratších či delších časových intervalech. Tyto principy je proto třeba brát v úvahu při zakládání výzkumných provenienčních ploch v lesnictví a těmto požadavkům přizpůsobit i metodické postupy. Výjimku mohou představovat postupy časně diagnostiky (časné testy), kdy se sledování zejména v laboratorních podmínkách, někdy i ve sklenících nebo v lesních školkách, omezuje pouze na jeden nebo několik málo let.

Cíle zakládání a sledování výzkumných srovnávacích ploch v lesním hospodářství mohou být velmi rozmanité podle požadavků jednotlivých dílčích lesnických oborů. V oboru genetiky, šlechtění a introdukce lesních dřevin může jít o zkoumání různých dílčích populací druhu dřeviny metodami provenienčního výzkumu. Jiné odvětví experimentálního srovnávacího výzkumu představuje ověřování znaků a vlastností jednotlivých stromů (výběrových nebo šlechtitelských) testy potomstev různého charakteru. Dále může jít o testování výpěstků získaných šlechtitelskými metodami (výběr, kontrolované křížení, indukce mutací aj.), různými formami porovnávacích výsadeb nebo srovnáváním potomstev pozorováním na bázi potomstev generativní povahy nebo potomstev klonových z řízků nebo z kultur rostlinných explantátů. Se zřetelem na cíle pokusu lze experimenty konat v různých laboratorních podmínkách (fytotrony), ve sklenících, fóliovnících, v lesních školkách a formou výsadeb. Sledování a hodnocení pokusů může být různě dlouhé.

Cíle specifických školkařských pokusů, zabývajících se školkařskou technikou, mohou být orientovány na velmi odlišné problémy, jako je např. hustota sítí, různé postupy školkování (např. spony a rozstupy semenáčků), na sledování účinků umělé mykorhizace, hnojení, zavlažování, aplikace pesticidů nebo různých substrátů, na stínění, zavlažování, ochranu proti abiotickým škodám (mráz), hmyzím škůdcům, chorobám aj.

Ve vlastní pěstební technice může jít např. o sponové pokusy, které jsou orientovány na srovnávání různých sponů a rozstupů sazenic při zakládání kultur sadbou, dále na různou techniku sadby, ošetřování a ochranu kultur, hnojení aj.

Klasickou oblastí srovnávání v pěstování lesů představují různé způsoby a typy výchovy lesních porostů (v mlazinách, mladých porostech a porostech středního věku) formou tzv. probírkových pokusů. Dalším oborem srovnávacích prací v porostech může být sledování účinků suchého a zeeleného oklestu, hnojení porostů aj. Při obnově lesních porostů se formou srovnávacích ploch sledují různé způsoby a formy obnovy (např. jako varianty obnova clonná, okrajová, holoseč), dále např. různé alternativní nebo intenzivní zásahy při clonné obnově, varianty přípravy nebo zraňování půdy pro přirozenou obnovu aj.

Je pochopitelné, že porovnávací plochy lze zakládat i pro hodnocení výsledků pozorování v ostatních oborech lesního hospodářství, jako je ochrana lesů, práce těžebního charakteru aj. V těchto případech nemá však často výzkum biologický charakter a sledování může být relativně krátkodobé.

Ve srovnávacím výzkumu biologického charakteru v oborech genetiky, šlechtění a introdukce lesních dřevin a pěstování lesů v nejširším slova smyslu může být předmětem sledování široké spektrum znaků a vlastností jednotlivých stromů a souboru stromů v souladu s cílem pokusu. Jde většinou o biometrické veličiny, jako je výškový a tloušťkový růst, objemová produkce, dále morfologické vlastnosti kmene a koruny, jakost kmene a koruny, zdravotní stav, odolnost ke škodlivým abiotickým (mráz, sucho aj.) a biotickým (škody hmyzem, houbovými chorobami) faktorům. Značný význam, zejména jde-li o dřeviny, které na stanovišti výzkumné plochy nejsou původní (introdukce), má mortalita. Soubor sledovaných znaků může být velmi detailní (viz příklady pro modřín, tab. 1, 2). Některé ze znaků, pokud jsou povahy kvantitativní a jsou měřitelné, se zjišťují přímým měřením, jiné sčítáním (např. počet vaků s larvou mola modřínového na sazenicích, nebo počet hálek bejломorky modřínové *Dasyneura laricis* /F./ LOEV.) aj. Některé znaky a vlastnosti se okulárně odhadují (např. tvárnost kmene, postavení větví aj.). Podle povahy znaků je třeba volit odpovídající postup matematicko-statistického hodnocení. Jestliže výsledkem pokusu mají být podklady pro selekci optimálních variant s přihlédnutím nikoli jen k jednomu, nýbrž ke dvěma nebo více znakům, které byly na srovnávacích výzkumných plochách sledovány, lze použít různých metod s vyjádřením ekonomické váhy jednotlivých znaků (např. ŠINDELÁŘ 1990), selekčních indexů (např. PAULE 1992) aj.

## 2. Cíl práce

V rámci této práce má být podán informativní přehled o cílech a postupech zakládání a hodnocení výzkumných šlechtitelských ploch různých typů. Jde zejména o výzkumné plochy provenienční a ověřovací, o testy výběrových a šlechtitelských stromů, výsledky kontrolovaných křížení a jiných selekčních opatření šlechtitelského charakteru. Vedle domácích dřevin se uvažují i dřeviny cizokrajné, které mají sice určitá specifika, ale jejichž problematika je v podstatě obdobná. V článku jsou charakterizovány cíle výzkumu, zejména prakticky orientovaného šlechtění, smysl a zaměření prací a pravděpodobné obecné očekávané efekty. Nejsou uváděny konkrétní výsledky výzkumu, což je tematika, která by měla být předmětem další specifické souborné práce. Metodické principy zakládání a hodnocení srovnávacích ploch jsou jen obecně naznačeny, aniž by se zacházelo do teoretických základů matematické statistiky a teorie zakládání a hodnocení „polních“ pokusů. V této souvislosti jsou uvedeny odkazy na příslušnou dostupnou literaturu. Významným podkladem pro zpracování rukopisu byl elaborát IUFRO „Sjednocení metod lesnického provenienčního výzkumu“. Ač byl elaborát vydán v první polovině 60. let minulého století, hlavní zásady jsou dodnes platné a v praxi využitelné.

Závěrečnou část práce má představovat stručný historický přehled provenienčního a dalšího šlechtitelského výzkumu v České republice se zvláštním zřetelem na zakládání výzkumných ploch různých typů, především ploch dlouhodobého charakteru, které jsou předmětem zájmu a práce nejen pracovníků lesnického výzkumu, ale které se dotýkají ve značné míře i práce lesního provozu a četných pracovníků lesnické praxe. Bez účinné spolupráce pracovníků provozu by zakládání, udržování a hodnocení výzkumných ploch nebylo vůbec možné.

Rukopis má představovat mimo jiné soubor některých teoretických poznatků a praktických zkušeností, které byly získány během několika posledních desetiletí při zakládání, udržování a hodnocení srovnávacích šlechtitelských výzkumných ploch. Má dále informovat lesnickou veřejnost, zejména pracovníky lesnické praxe, o metodických postupech a rozsahu až dosud vykonaných prací. Má mimo jiné zdůraznit teoretický, ale zejména na praktický smysl prací pro další vývoj českého lesního hospodářství.

## 3. Provenienční výzkum a výzkumné provenienční plochy

Pojem provenience se vztahuje buď na místo v geografickém slova smyslu, odkud reprodukční materiál dřeviny (semena, sazenice aj.) pochází, nebo



se tímto pojmem označuje přímo reprodukční materiál určitého původu. Podle ustanovení německého zákona o lesním osivu a sazenicích se jako původ (provenience) označuje místo, kde se nachází buď autochtonní nebo alochtonní populace stromů. Podle českých Směrnic pro uznávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos z r. 1988 je původ reprodukčního materiálu určen lesní oblastí, vegetačním lesním stupněm a konkrétní lokalitou místa dílčí populace, z níž reprodukční materiál pochází. Lokalita je zpravidla určena lesním závodem, event. označením lesní správy (polesí apod.) a označením porostu. Z populačně genetického hlediska se původ osiva, reprezentovaný porostem, ztotožňuje s dílčí populací dřeviny. Pojem provenience nelze ztotožnit s označením „rasa“ nebo „odrůda“. Pojem rasy (odrůdy) se vztahuje na jednu nebo více populací, které se vyznačují určitými více méně ustálenými vlastnostmi. V provenienčním výzkumu se proto pojem rasy nebo odrůdy většinou nepoužívá, nebo jen v souvislosti se syntetickými výsledky provenienčního výzkumu.

### 3.1 Cíle provenienčního výzkumu

Cíle provenienčního výzkumu lze v podstatě shrnout do těchto bodů (PAULE 1992):

- Získání informace o geneticky podmíněné proměnlivosti a adaptační schopnosti dílčích populací (proveniencí) dřeviny jako základ pro volbu nejvhodnějších k využití v praxi lesního hospodářství
- Získání informace o ekovalenci (stanovištní toleranci) zkoumaných dílčích populací jako základ pro rajonizaci reprodukčního materiálu
- Výzkumné provenienční plochy mohou být dále využívány podle potřeby jako zdrojové populace pro další šlechtitelské práce.
- Plochy lze považovat i za jeden z prvků v souboru opatření k záchraně a reprodukci genových zdrojů populací lesních dřevin zvláště v těch případech, kdy jsou na provenienčních výzkumných plochách zastoupeny populace, jejichž existence je ohrožena.

První zmíněný záměr - získat informace o genetické proměnlivosti druhu dřeviny v rámci areálu - má vědecký charakter a práce spojené s tímto řešením mají charakter základního lesnického výzkumu. V podstatě jde o to zjistit genetické komponenty fenotypové variability zkoumaných dílčích populací a stromů tvořících zkoumanou populaci a podíl variance připadající na faktory prostředí. Konkrétním cílem je charakterizovat geneticky podmíněný vzorec proměnlivosti a uvést jej do souvislosti s proměnlivostí prostředí v rámci oblasti přirozeného rozšíření dřeviny a s evolučními procesy druhu. Výsledkem výzkumu mohou být informace o tom, do jaké míry

má proměnlivost druhu dřeviny charakter klinální, spojitý, vázaný např. na proměnlivost ekologických, zejména klimatických podmínek v rámci areálu (zeměpisná délka, zeměpisná šířka, nadmořská výška, délka vegetační doby, současná délka aj.), či zda má proměnlivost populace charakter diskontinuitní, ekotypový. V druhém případě je dalším navazujícím cílem práce vymezení a charakteristika ekotypů (ras). Výzkum genetické proměnlivosti druhu dřeviny se vedle šetření na výzkumných provenienčních plochách realizuje i řadou dalších metodických postupů, zejména šetřením v laboratořích (morfologické, anatomické, biochemické a jiné analýzy vybraných orgánů a pletiv aj.), v klimatických komorách (fytotronech), sklenících aj. Na tomto výzkumu se obvykle vedle lesníků podílejí i pracovníci základních, teoretických disciplín. V klimatických komorách, sklenících, může jít např. o sledování fytoperiodických reakcí různých proveniencí.

Praktickým šlechtitelským cílem provenienčního výzkumu je lokalizace (výběr) dílčích populací nebo proveniencí, jejichž osivo dává v určitých oblastech (zpravidla v místě založení ploch a na lokalitách se srovnatelnými ekologickými podmínkami) produktivní, adaptabilní, hospodářsky hodnotná potomstva. Vyhledání nejhodnotnější provenience nebo většího počtu proveniencí může vyžadovat mnoho času a prostředků. Jde-li o dřevinu, která má rozsáhlý areál původního rozšíření, je počet možných kombinací různých dílčích populací ve vztahu k rozmanitým podmínkám prostředí, kde má být materiál pěstován, velmi rozsáhlý. Je proto vždy nutno pracovat s určitým, více méně početným reprezentativním výběrem. Za určitých okolností může dojít k tomu, že teoreticky nejlepší a nejhodnotnější provenience pro určité podmínky prostředí nelze vůbec nalézt. Zpravidla se však podaří často již v první generaci pokusu vytypovat provenience, které produkcí, adaptační schopností, stabilitou a zdravotním stavem jsou přijatelné. Přitom je třeba uvážit, že hospodářská hodnota a rychlost růstu nemusí mít vždy stejný význam. V určitých oblastech může být pro pěstování určitých jinak rychle rostoucích a produkčně velmi hodnotných proveniencí dřeviny rozhodující jako omezující faktor např. nebezpečí mrazů a citlivost dílčí populace k tomuto faktoru prostředí. Tento případ je znám např. pro smrk sitku (*Picea sitchensis*) v západním Norsku. Jinak může představovat rozhodující faktor např. neschopnost v podstatě cenné dílčí populace dřevin vytvářet v místních podmínkách klíčivá semena (např. některé významné provenience borovice lesní z jižní Skandinávie nebo ze středoevropských oblastí při pěstování ve středním a severním Finsku).

Významným požadavkem, který je kladen na provenienční výzkum, jsou informace o ekovalenci (stanovištní toleranci) zkoumaných dílčích populací lesních dřevin. Na základě výsledků provenienčního výzkumu je třeba roz-

hodnout, které dílčí populace (provenience) dřeviny je třeba považovat za perspektivní pro praktické využití v lesním hospodářství. Současně je potřeba na základě výsledků výzkumu navrhnout, v jakých ekologických podmínkách lze materiál (provenienci) jako perspektivní v praxi lesního hospodářství používat. Rajonizace je nedílnou součástí výsledků prakticky orientovaného šlechtění. S ohledem na tyto skutečnosti existují v různých formách v každých směnicích pro posuzování reprodukčního materiálu jak v lesnictví, tak i v zemědělství zásady rajonizace reprodukčního materiálu. Informace o ekovalenci různých dílčích populací lesních dřevin lze získat tím, že se založí nikoli jen jediná výzkumná provenienční plocha, ale celá menší či větší série v různých podmínkách prostředí, která vymezuje ekologický prostor, v němž využití vybraných pokusných variant (proveniencí) přichází v úvahu nebo je žádoucí. Základním pomocným ukazatelem pro formulaci a interpretaci závěrů o ekologické toleranci (ekovalenci) dílčích populací lesních dřevin je ukazatel podílu variance pro interakci proveniencí x lokalita, zjištěný na základě analýzy variance.

Jak již bylo zmíněno, výzkumné provenienční plochy mohou představovat základnu pro další šlechtění. Z hlediska tohoto požadavku slouží především jako zdrojové populace pro různé šlechtitelské účely. Hospodářsky hodnotné proveniencí, které byly na základě výsledků výzkumu identifikovány, a poznatky o možnostech jejich rajonizace mohou být využity pro další reprodukci v případech, že primární dílčí populace, z kterých bylo získáno osivo pro založení provenienčního pokusu, již neexistují. V případě, že je k dispozici dostatečný početný soubor jedinců této populace, nejlépe ve více lokalitách, lze vybrat potřebný počet jedinců k založení reprodukčního semenného sadu, který by měl sloužit v budoucnu jako zdroj potřebného osiva. Na základě výsledků hodnocení výzkumných provenienčních ploch lze u osvědčených proveniencí dobře rostoucích a zdravotně vyhovujících přikročit k individuálnímu výběru nejrychleji rostoucích či jinak hodnotných jedinců s cílem tyto jedince autovegetativní cestou namnožit a využít jako součást syntetické populace reprodukované autovegetativním způsobem. Předpokladem pro využití tohoto charakteru je nepřilíš vysoký věk provenienční výsadby, tak aby výsledky autovegetativního množení (řízkování, explantátové kultury) byly ještě přijatelné. Výzkumné provenienční plochy v pokročilejším věku, pokud se dostaví již fruktifikace, jsou mimo jiné využitelné i pro účely kontrolovaného křížení. Tento postup přichází zpravidla v úvahu u těch druhů dřevin, které relativně brzy plodí (některé druhy rodu *Pinus*, *Betula*, *Larix* aj.)

V posledních desetiletích dochází v důsledku „novodobých“ škod na lesích, zvláště vlivem znečištění ovzduší a následnými nebo souběžně působícími škodlivými faktory, k ohrožení existence některých druhů les-

ních dřevin, zejména však některých regionálních populací. V České republice jde zejména o všechny tři druhy jilmů, některé regionální populace jedle bělokoré, ale i smrku ztepilého (např. nebezpečí extinkce populací ve vyšších horských polohách Krušných hor, Jizerských hor aj.). V těchto případech mohou být dílčí populace (provenience) z těchto ohrožených oblastí, pokud jsou zastoupeny v provenienčních pokusech zejména na více lokalitách, součástí souboru opatření k záchraně a reprodukci genových zdrojů ohrožených regionálních a lokálních populací lesních dřevin. V České republice jde např. o populace jedle bělokoré z oblasti Jizerských hor, která vlivem znečištění ovzduší a dalších faktorů již prakticky téměř vyhynula, je však zastoupena na několika lokalitách v provenienčních pokusech. Námnožení je teoreticky a prakticky možné vegetativní cestou buď formou semenného sadu, nebo autovegetativním způsobem. Cesta reproduktivního semenného sadu je schůdná u těch dřevin, které v sadech v přijatelné době, za přijatelné frekvence a uspokojivé intenzity fruktifikují. Jinak lze využít autovegetativního množení řízkováním nebo kulturami *in vitro*. Tento postup je však do určité míry limitován věkem jedinců, z nichž má být materiál pro množení odebírán. V poslední době však bylo dosaženo významných pozitivních výsledků v rejuvenalizi reprodukčního materiálu ze starších stromů kultivační vegetačních vrcholků *in vitro* (WEISGERBER, GEBHARDT 1995).

### **3.2 Typy provenienčních ploch podle základních cílů výzkumu**

V zásadách mezinárodního svazu lesnických výzkumných organizací IUFRO jsou podle základních cílů rozlišovány dva typy provenienčních pokusů, a to tzv. pokusné výsadby prvního kroku a výsadby druhého kroku. Cílem výzkumu v pokusech první kategorie je zkoumání velkoplošného modelu geneticky podmíněné proměnlivosti druhu dřeviny. Cílem pokusů druhého kroku a různých subkategorií je vyhledání dílčích oblastí a konkrétních dílčích populací (proveniencí) s nejvyšší hospodářskou hodnotou.

#### **3.2.1 Pokusy prvního kroku**

Rozsah pokusů tohoto charakteru, zejména pak počet zkoumaných proveniencí, je třeba orientačně odvodit známou nebo předpokládanou variabilitou druhu, rozsahem areálů a proměnlivostí ekologických poměrů v rámci areálu. Příkladem dřeviny, která má velmi rozsáhlý areál, vyskytuje se v mírných a boreálních oblastech euroasijského kontinentu, je smrk ztepilý. Dosavadní zkušenosti naznačují, že vzorec proměnlivosti u smrku ztepilého souvisí se třemi hlavními oblastmi výskytu této dřeviny koncem pleistocénu. Proměnlivost smrku je značná a v tomto případě může variabi-

litu dokumentovat jen rozsáhlý počet vzorků z hlavních tří oblastí rozšíření, a to je severní Evropa, východní Evropa a oblast Alp. Příkladem druhé dřeviny, jejíž areál není ve srovnání s areálem smrku ztepilého nebo borovice lesní zdaleka tak rozsáhlý, navíc je však výrazně disjunktivní, je modřín opadavý. Současný areál této dřeviny představuje pouze relikvium původního rozsáhlejšího a souvislého rozšíření této dřeviny v minulosti. Pro charakteristiku této dřeviny postačuje ve srovnání se smrkem řádově menší počet dílčích populací, řádově desítky, zatímco pro smrk ztepilý jde řádově o stovky proveniencí.

Některé druhy dřevin mají specifickou oblast rozšíření a těmto specifickým je třeba přizpůsobit i volbu lokalit a počet proveniencí pro charakteristiku proměnlivosti. Např. areál smrku sitka probíhá podél pacifického pobřeží severoamerického kontinentu v délce asi 3 200 km od jihu k severu. Tento pás je jen výjimečně širší než 80 km a jen zřídka se porosty přirozeného původu vyskytují v nadmořských výškách nad 300 m. Jedlovec různolistý (*Tsuga heterophylla*) v USA a Kanadě se nachází přibližně ve stejných zeměpisných délkách jako smrk sitka, zasahuje však hluboko do vnitrozemí a roste na stanovištích velmi proměnlivých nadmořských výšek. Je proto pochopitelné, že v případě provenienčního výzkumu prvního kroku musí být stanovení počtu a výběr lokality proveniencí u obou dřevin odlišný a přizpůsobený rozsahu areálu a proměnlivosti ekologických poměrů v rámci areálu.

Provienienční pokusy prvního kroku se v některých případech vztahují na výzkum proměnlivosti v rámci celého areálu, v jiných případech zaujímají pouze větší či menší část oblasti původního rozšíření dřeviny. První případ představuje např. inventarizační pokus se smrkem ztepilým IUFRO 1964/68, který svým počtem zastoupených proveniencí (cca 1 100) patří absolutně k nejrozsáhlejším. Lokalitami se však nevyčerpává zcela oblast původního rozšíření této dřeviny v Evropě. Chybí zřejmě větší početnost zastoupených proveniencí z oblasti středního, severního a severovýchodního Ruska. Druhý případ představuje např. provenienční pokus s modřínem opadavým série IUFRO 1958/59.

Zhodnocením výsledků provenienčních pokusů prvního kroku se obvykle identifikují užší a širší oblasti, z kterých pocházejí provenience s uspokojivým růstem, produkcí a adaptační schopností. Výsledky těchto pokusů slouží mimo jiné pro objasnění otázky, v jakém rozsahu a jakým způsobem mají být organizovány pokusy druhého kroku. Kromě toho mohou tyto pokusy sloužit k vymezení menších či větších oblastí, z nichž by mělo být vyloučeno dovážení a použití osiva, a na straně druhé by měly být podkladem pro lokalizaci porostů, z nichž dovoz a používání osiva je žádoucí. Provenience z oblastí, které se zdají být neperspektivní, není vždy vhodné

z pokusů druhého kroku zcela vyloučit, protože i v těchto prostorách se mohou vytvářet jednotlivé dílčí populace specifických vlastností, jejichž využití může být obecně, nebo pro specifické účely žádoucí. Informace tohoto charakteru jsou významné mimo jiné pro introdukci dřevin cizokrajních.

Na základě mezinárodního provenienčního pokusu s douglaskou tiso-listou série IUFRO bylo možno prokázat, že pro poměry střední Evropy, nižší a střední polohy, se vesměs neosvědčují provenience z vnitrozemských oblastí areálu, dílčí populace z Kalifornie a jižního Oregonu na straně jedné, na straně druhé pak populace ze severních oblastí provincie Britská Kolumbie aj. Analogické závěry bylo možno formulovat pro smrk ztepilý a pro použití ve středoevropských podmínkách vyloučit vesměs provenience z jihoevropských dinárských pohoří, z většiny alpských oblastí, zvláště vyšších poloh a ze Skandinávie.

Pokusy prvního kroku se zakládají většinou jako krátkodobé. Volí se většinou malé parcely s ohledem na to, že se nesleduje absolutní výkonnost jednotlivých zkoumaných proveniencí. Cílem je pouze obecná informace o pořadí jednotlivých proveniencí a provenienčních souborů.

Výzkumné provenienční plochy prvního kroku mají předcházet plánům dlouhodobých pokusů, pokud informace o proměnlivosti druhu v rámci areálu a o tendencích této proměnlivosti chybějí nebo jich není dostatek. Výzkumné plochy prvního kroku, i když jsou založeny na malých parcelách s malým počtem jedinců, mají však zejména v pokročilejším věku značný význam z hlediska orientačního posouzení celkového zdravotního stavu a náchylnosti k napadení škůdci a chorobami. Zjištěné skutečnosti (škody mrazem, suchem, biotickými škodlivými faktory) mohou představovat cenné informace, podporující nebo omezující až vylučující perspektivy praktického využívání určitých proveniencí.

Jak již bylo dříve zmíněno, mohou výzkumné provenienční plochy prvního kroku být využity v pokročilejším věku, pokud stromy fruktifikují, např. pro křížení v rámci dílčích populací, mezi populacemi, event. i mezi druhy, pokud se na výzkumné ploše zkoumá více druhů jednoho rodu.

### 3.2.2 Pokusy druhého kroku

Praktickým cílem druhého kroku a event. následujících stupňů provenienčního výzkumu je vyhledání dílčích oblastí a konečně jednotlivých proveniencí, které vykazují žádoucí hospodářskou hodnotu, zpravidla objemovou produkcí, jakost a odolnost ke škodlivým vlivům prostředí. Tyto pokusné výsadby je třeba založit po metodické stránce tak, aby bylo možné zjistit i velmi malé rozdíly mezi proveniencemi a to i v rámci oblastí, které

se z hlediska vlastností dílčích populací (proveniencí) jeví jako relativně homogenní. Je třeba počítat s tím, že pokusné výsadby této kategorie budou sledovány zpravidla po poměrně dlouhou dobu, většinou do poloviny nebo přes polovinu hospodářského věku porostů (obmýtí). Tomuto požadavku je proto třeba přizpůsobit i metodický postup založení (velikost parcel, počet jedinců vysazených na parcele).

Zkoumání proměnlivosti populace dřeviny jako celku a výkonnosti jednotlivých dílčích populací, specificky zakládání a hodnocení pokusů prvního a druhého kroku, by mělo být flexibilní a přizpůsobeno současným znalostem a úrovni výzkumu. Klasická následnost provenienčních pokusů prvního a druhého kroku přichází v úvahu hlavně u těch dřevin, kde se s výzkumem začíná a kdy základní znalosti o proměnlivosti zcela chybí. V případech, kdy určité znalosti existují, je možné pokusy obou stupňů kombinovat. Vedle pokusu prvního kroku s větším počtem proveniencí na malých parcelách lze založit pokus druhého kroku s vybranými proveniencemi, o nichž jsou již určité dílčí informace k dispozici, a to jako pokus dlouhodobý, na větších parcelách, s větším počtem jedinců na parcele a s příslušným žádoucím počtem opakování. Stejně tak v případě dodržené posloupnosti pokusu prvního a druhého kroku může být návaznost pokusů obou kroků časově různá. Pokud se na ploše prvního kroku objevují výrazné rozdíly v růstu, zejména však v odolnosti a zdravotním stavu, může brzy následovat založení pokusů druhého kroku.

V podmínkách České republiky má provenienční výzkum relativně delší tradici a v současnosti existuje značné množství výzkumných provenienčních ploch pro různé druhy dřevin. Je pochopitelné, že výzkumné provenienční plochy nemohly být v minulosti zakládány podle principu posloupnosti, jak se doporučuje v pokynech IUFRO, které byly zpracovány a dány k dispozici teprve v první polovině 60. let.

Do kategorie typických ploch prvního kroku lze z našich výsadeb zařadit zejména inventarizační pokus se smrkem ztepilým IUFRO 1964/68. V řadě zemí včetně ČR se zkoumá celkem 1 100 proveniencí z celého evropského areálu. Inventarizační charakter a tedy i znaky provenienčního pokusu prvního kroku má např. i provenienční pokus s modřínem opadavým, série IUFRO 1958/59, který obsahuje ve srovnání s inventarizačním pokusem se smrkem sice relativně málo proveniencí, což je však do značné míry dáno relativně menším areálem původního rozšíření této dřeviny. Inventarizační charakter provenienčních pokusů prvního kroku mají i experimentální výsadby s dřevinami severoamerického kontinentu organizované IUFRO. Do souboru většího počtu těchto ploch založených v různých zemích Evropy spadají i plochy s douglaskou tisolistou a jedlí obrovskou v ČR, i když

nezahrnují kompletní, ale pouze vybraný sortiment proveniencí. Do kategorie inventarizačního pokusu prvního kroku lze zařadit i mezinárodní provenienční pokus s bukem, zastoupený v ČR jednou plochou v oblasti LHC Pelhřimov, lokalita Černovice.

V této souvislosti nutno konstatovat, že zmíněné inventarizační plochy se smrkem, douglaskou tisolistou a bukem nevycházely z potřeb získat zcela základní informace o uvedených dřevinách. Pro tyto dřeviny existují z dřívější doby četné provenienční plochy různého charakteru, ale pouze s více méně záměrným nebo náhodným výběrem většího či menšího počtu proveniencí. Určité informace z těchto ploch byly a jsou k dispozici, jsou však, nebo byly neúplné, často fragmentární. Nové, širě koncipované pokusy s větším, reprezentativním počtem proveniencí měly mezery v dosavadních informacích, které je nutno doplnit a kompletovat v systém poznatků, který by umožnil celostní pohled na geneticky podmíněnou proměnlivost druhu a posoudit vzorec variability.

Mnohé výzkumné provenienční plochy založené dříve či později představují do určité míry kombinaci výzkumných provenienčních ploch prvního a druhého kroku. Relativně značný počet reprezentativních proveniencí z celého areálu umožní do určité míry posoudit geneticky podmíněné tendence proměnlivosti, relativně velké parcely však současně umožňují, zvláště jsou-li plochy založeny tak, že existují opakované parcely ve znárodných blocích, posoudit i vzrůst, produkci a ostatní hospodářsky významné vlastnosti jednotlivých proveniencí. K plochám tohoto typu, které byly v ČR v minulosti založeny, patří např. plochy mezinárodní série IUFRO se smrkem ztepilým z r. 1937/38, borovice lesní 1940/41 aj.

Při zakládání a hodnocení výzkumných provenienčních ploch, zvláště jde-li o plochy druhého kroku, kdy se má posoudit hospodářská hodnota jednotlivých proveniencí, je třeba dbát na to, aby byla zachována možnost zajišťování reprodukčního materiálu pro provenienci, které se v pokusech osvědčily a které je žádoucí množit a uplatňovat v lesnické praxi. Nejjednodušší je postup zachování mateřských porostů, z nichž bylo sklízeno osivo pro účely pokusu. Často však instituce, která provenienční pokus založila, nemá možnost kontroly těchto porostů. Druhý možný postup představuje souběžně se založením provenienčního pokusu uskutečnit výsadbu reprodukčního semenného sadu. Tento postup je sice výhodný a perspektivní, je však velmi pracný a nákladný. Navíc by se udržovací semenný sad měl teoreticky založit, když ne pro všechny proveniencie v pokusu zastoupené, tak alespoň pro určitou část dílčích populací, které lze podle dosavadních existujících informací odhadovat jako perspektivní. Přes velké náklady však může i v tomto případě dojít k tomu, že některé proveniencie, pro jejichž udr-



žení se sady založily, se neosvědčují. V tomto případě by pak byly sady založeny vlastně zbytečně. Pokud jde o sady, může přicházet v úvahu jejich založení jak materiálem generativního původu, tak roubovanců.

Nejschůdnější a ekonomicky únosnou cestu k zabezpečení reprodukce osvědčených dílčích populací představuje dlouhodobé uskladnění větších vzorků osiva v bankách lesního osiva nebo v genových bankách. Tento postup je možný ovšem pouze pro dřeviny s relativně malým obsahem vody v semenech.

Pokrok v metodických postupech dlouhodobého skladování osiva pro semena dřevin uvedených vlastností umožňuje v současnosti skladovat semeno po dobu 20 až 30 let, aniž by došlo k výraznému poklesu užitkové hodnoty. Toto období je zpravidla dostatečně dlouhé pro to, aby bylo možno posoudit předběžně hospodářskou hodnotu zkoumaných populací. Osivo proveniencí, které se osvědčily, může být podle potřeby vyseto, založeny reproduktivní výsadby, event. udržovací semenné sady, případně může být reprodukční materiál dále množen autovegetativními postupy.

### **3.3 Typy výzkumných provenienčních ploch podle věku (zvolené doby pozorování)**

Z hlediska zvolené doby pozorování a hodnocení je možno pokusy na výzkumných provenienčních plochách rozdělit do dvou základních kategorií: školkařské pokusy, při nichž se předpokládá, že materiál bude pozorován a hodnocen ve stadiu sazenic pěstovaných v lesních školkách, a pokusy založené výsadbou s plánem hodnotit materiál ve stadiu lesních porostů. Plochy zakládáné jako porosty mohou být sledovány a hodnoceny jako krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé. Pokusné provenienční plochy krátkodobého charakteru jsou sledovány jen do té vývojové fáze, než započne zřetelná konkurence mezi jednotlivými stromy na výzkumných plochách. Věk, kdy porost dosáhne tohoto vývojového stadia, je různý a závisí hlavně na druhu dřeviny, ale i na proveniencích. V pokusech v České republice se věk výsadeb tohoto charakteru pohybuje diferencovaně podle dřeviny, rozstupu a sponu výsadby zpravidla v intervalu 8 až 15, nejvýše 20 let. Výzkumné plochy střednědobého charakteru jsou takové, kde se počítá se sledováním a hodnocením do věku, který odpovídá třetině až polovině obmýtní doby. V našich poměrech jde, až na výjimky, většinou o věk 30 až 50 let. Poslední kategorii výzkumných provenienčních ploch představují plochy dlouhodobé, které mají být pozorovány a hodnoceny až do věku, který překračuje polovinu obmýtní doby.

Specifickou kategorií krátkodobých pokusů, blízkou pokusům školkařským, představují krátkodobé testy, které se realizují obvykle ve více méně

kontrolovaných podmínkách - v laboratořích, sklenicích, fóliovnících. Vedle běžných biometrických veličin se ve srovnávacích pokusech charakteru krátkodobých časných testů sledují i některé specifické veličiny a charakteristiky biochemického, fyziologického charakteru aj.

### 3.3.1 Školkařské pokusy

#### 3.3.1.1 Všeobecné zásady

Pěstování sazenic v lesních školkách pro účely provenienčního výzkumu je především výroba sazenic pro pokusné výsadby. K tomu pak přistupuje hodnocení různých proveniencí dřeviny ve školkařském stadiu. Veškerou pěstební techniku v lesních školkách je proto třeba orientovat tak, aby oba dva zmíněné základní cíle byly respektovány. Práce ve školkách je proto třeba vhodně plánovat a organizovat, což je důležité zvláště tehdy, jestliže se na pokusu podílí více institucí ať již v měřítku národním, nebo mezinárodním. Žádoucí srovnatelnosti výsledků může být dosaženo pouze tehdy, jestliže se při společných pokusech postupuje podle jednotných metodických zásad.

Zcela zásadní otázkou je, má-li být sadební materiál pěstován pro veškeré plánované pokusné plochy pouze v jedné lesní školce, či ve dvou nebo více lesních školkách. Výhodou pěstování sazenic pro veškeré výzkumné plochy v jedné školce je jednotnost stanovištních podmínek i školkařských pěstebních prací pro všechny sazenice. Sazenice vysazené na plochy mají ve všech případech stejné východiskové parametry (srovnatelné výšky, tloušťky v kořenových krčcích aj.). Nevýhodou tohoto postupu je značné riziko poškození sazenic zapříčiněné náhodnými extrémními klimatickými nebo jinými vlivy, škůdci a chorobami. V případě, že se sazenice pěstují ve dvou nebo více školkách, se rizika ztrát, nebo obecně neúspěchů rozdělí a tím i snižují. Navíc je třeba v případě, že je materiál pěstován v jedné školce, dopravovat sazenice na některé plochy i na značné vzdálenosti, což může sazenice negativně ovlivnit. V posledních desetiletích však technika dopravy a uchovávání sazenic značně pokročila, takže je obvyklé a možné dopravovat sazenice lesních dřevin i na velké vzdálenosti. Příkladem může být distribuce sazenic pro založení mezinárodního provenienčního pokusu s bukem. V tomto případě se vypěstování uskutečnilo ve školce ve Spolkové republice Německo a sazenice se dopravily bez újmy na životaschopnosti na velké vzdálenosti do řady dalších evropských zemí.

Pokud se zalesňovací materiál pro určitý pokus pěstuje v různých školkách, tedy v odlišných stanovištních poměrech a s rozdílnou pěstební péčí, jsou sazenice různě vyvinuté. Při porovnávání, zvláště v těch případech, kdy jde o materiál ze dvou nebo více školek vysazený na jedné výzkumné ploše,

mohou být výsledky nesrovnatelné, nebo zatíženy značnými chybami. Bylo prokázáno, že rozdíly v jakosti a vyspělosti jednoho a téhož materiálu, pěstovaného v různých školkách, mohou být velmi výrazné a mohou přetrvávat dlouhou dobu, a to až 20 let. Proto je žádoucí a vhodné, aby zejména na jednu výzkumnou plochu se vysazoval sadební materiál pouze z jedné lesní školky. Není vhodné, např. v případě ztrát, aby se vzniklé mezery vylepšovaly materiálem z jiné lesní školky.

Často je obvyklé, že se kombinuje výroba sazenic v lesních školkách se školkařskými pokusy, avšak oba dva procesy mohou ve školkách probíhat také odděleně. Obdobný postup umožňuje aplikaci obecných metodických principů srovnávacího výzkumu, zejména zařazení opakování, což zajišťuje žádoucí spolehlivost pokusu. Výběrové šetření a hodnocení materiálu vyšetého nebo vysazeného (školčovaného) běžně používanými postupy ve školkách naznačený postup nerespektuje. Pozorování může v těchto případech poskytovat uspokojivé výsledky pouze tehdy, jestliže jsou ekologické poměry, zejména půdní, ve školce jednotné, homogenní.

Pěstování sadebního materiálu pro účely porovnávacích výsadeb, tedy i provenienční, stejně tak i vlastní zakládání školkařských pokusů vyžaduje rozhodnutí, zda veškeré provenience mají být pěstovány stejným, zcela jednotným postupem, nebo zda se mají postupy se zřetelem na jednotlivé, více méně odlišné provenience diferencovat. Rozdíly mohou představovat odlišná hmotnost 1 000 semen, odlišný podíl plných semen v hmotnostní jednotce, odlišná klíčivost nebo energie klíčení. Jedním z rozdílů, které se s ohledem na specifičnost jednotlivých proveniencí mohou u semenáčků nebo sazenic objevit, může být zejména intenzita růstu. Může se stát, že při teoreticky stejné hustotě sítě ve školce mohou být rychle rostoucí provenience již v prvním nebo druhém roce přehoustlé, pomaleji rostoucí pak řidší, nebo řidké. Rozhodující je otázka, zda difference, které vznikly při pěstování sazenic ve školkách, mají být udržovány jako východisková fáze i po výsadbě na výzkumných plochách, nebo zda má být např. tříděním skutečně nivelelace proveniencí, tak aby východiskový stav po výsadbě byl pro všechny zkoumané provenience stejný (např. přibližně stejné výšky sazenic apod.).

Přiměřenost sítí různých proveniencí dřeviny, pěstovaných pro účely výzkumu, se dá do určité míry dosáhnout tím, že se u každé provenience na stejnou plochu (délku řádku nebo proužku) vysévá přibližně stejný počet klíčivých semen. Pokud jde o vlastní výsadby na výzkumné plochy, vysazuje se zpravidla věkově stejný materiál všech zkoumaných proveniencí, i když již ve stadiu sazenic jsou např. výškové rozdíly, nebo rozdíly v hmotnosti sazenic značné.

### 3.3.1.2 Stanovištní poměry v lesních školkách a plánování školkařských pokusů

Školkařské plochy, na nichž by měly být zakládány srovnávací pokusy, by měly být, pokud možno, homogenní z hlediska vlastností půdy, svažitosti i mikroreliefu. Stejně tak i předchozí využití, zejména pokud jde o hnojení, použití herbicidů aj. by mělo být stejné. Obdobný požadavek však platí i pro školkařské plochy, kde má být pěstován sadební materiál pro zakládání provenienčních event. jiných srovnávacích pokusných ploch. Školkařské pokusy bývají většinou zakládány na poměrně malých plochách. Proto i podmínky žádoucí stejnorodosti, zejména půdní, bývají obvykle splnitelné.

Problémy mohou vznikat při pěstování velkého množství sadebního materiálu pro výzkumné účely, což vyžaduje obvykle větší školkařské plochy. Relativně stejnoměrných podmínek půdních lze dosáhnout použitím umělých rašelinných nebo jiných substrátů, i když zkušenosti naznačují, že i tyto substráty mohou být značně nehomogenní, zejména je nutno uvažovat nestejně rozptýlené přimíšených hnojiv aj.

Během pěstování sazenic, resp. v průběhu školkařského pokusu, musí být použity stejné způsoby obhospodařování plochy, např. hnojení, zavlažování, stínění, pletí a kypření, tlumení chorob, škůdců aj.

Krátkodobé školkařské pokusy musí být zakládány tak, aby se výsledky mohly po metodické stránce spolehlivě vyhodnotit metodami matematické statistiky. Jde zejména o to, aby plocha byla založena s vhodným počtem opakování tak, aby mohla být posouzena spolehlivost výsledků pokusu. Je žádoucí, aby i do školkařských pokusů byly zařazeny porovnávací standardní provenience.

Výsevy se obvykle realizují v řádcích, prouzcích nebo jako plnosíje na úsecích záhonů. Při výsevu je třeba dbát na to, aby osivo určité provenience nebylo při výsevu zaneseno nebo později splaveno vodou na sousední parcelu. Z tohoto hlediska jsou účinné izolační proužky nebo dělící stěny (latě, prkna). Před výsevem je třeba mít k dispozici potřebné informace o jakosti osiva na základě rozborů, zejména o podílu životaschopných semen v hmotnostní jednotce. Jestliže je k dispozici pro jednotlivé provenience málo osiva, je možno z úsporných důvodů zjistit podíl životaschopných semen ve vzorku rentgenograficky. Vysévat je třeba průměrnou hustotou tak, aby síše nebyly přehoustlé a to pro každou provenienci přibližně stejný počet životaschopných semen na jednotku plochy. Výsevy je třeba uskutečňovat, pokud možno, pro celý sortiment jednorázově bez přerušení, tak aby i vzcházení a vývoj klíčnicích rostlin byl časově málo diferencován. Dojde-li k tomu, že jsou síše přehoustlé, je třeba je zředit a to ještě během první vegetační doby.

Jestliže se kořenové systémy sazenic ve školce upravují podřezáváním, je třeba hloubku podřezávání přizpůsobit hloubce zakořenění průměrné, nebo nejhluběji kořenící provenience. V případě, že se sazenice školkuje, je třeba ve školkařských pokusech postupovat analogicky jako u sítí. Je třeba zvolit vhodný systém školkování podle proveniencí, zpravidla v blocích a potřebný počet opakování. Jednotlivé parcely je vhodné oddělit izolačními pásy nebo jiným vhodným způsobem. Pokud dochází před školkováním ke třídění semenáčků, je třeba u všech proveniencí postupovat stejným způsobem. Zpravidla se v rámci třídění eliminují semenáčky zřetelně nevyhovující, tj. zakrnělé, deformované, napadené škodlivými faktory s projevy výrazně snížené životaschopnosti.

### 3.3.1.3 Pozorování v lesních školkách

Během školkařského stadia lze vedle měření výškového růstu získat řadu dalších významných informací, které se v odrůstajících kulturách na výzkumných porostních plochách dají obtížněji registrovat. Již ve školce je možné na základě měření a dalších pozorování nabýt představy o charakteru geneticky podmíněné proměnlivosti v rámci druhu (vzorec proměnlivosti), jakož i získat poznatky a data využitelná pro odhad rozdílů ve vzrůstu a jakosti.

Po výsevu semen je vhodné registrovat ve 3 až 4 časových termínech průběh klíčení až po vývoj prvních semenáčků. Na základě výsledků je možné odvodit rychlost klíčení pro jednotlivé zkoumané provenience. Poslední údaje získané při sledování průběhu klíčení je možno konfrontovat s výsledky podzimní inventarizace. Rozdíly ve výsledcích mohou již v tomto raném stadiu naznačit rozdíly ve stupni poškození zkoumaných proveniencí klimatickými vlivy, škůdci nebo chorobami. U proveniencí, u nichž lze předpokládat projevy příbuzenského křížení (inbreeding), může docházet ve stadiu semenáčků k výrazným ztrátám s ohledem na určitý podíl jedinců se smíšenou životaschopností. Již u semenáčků lze sledovat rozdílnost v délce vegetační periody. Informace lze získat např. registrací podílu sazenic s vyvinutými terminálními výhony (tvorba vrcholového pupenu), inventarizací ve vhodných časových odstupech.

Podobně jako v prvním roce je možno postupovat i ve druhém, popř. dalších letech i u sazenic přeškolkovaných. Školkařské pokusy jsou velmi vhodné pro fenologická pozorování, která se realizují zpravidla v druhém roce po výsevu, u školkovaného materiálu v dalším roce po zaškolkování s ohledem na to, že fenologické chování sazenic může být v prvním roce ovlivněno vlastním školkováním. Fenologické pozorování se zpravidla orientuje na časový termín rašení, na období zakončení výškového přírůstu,

dále u opadavých druhů dřevin na časový termín opadu listů. Významné je také i sledování jánských letorostů (prolepsis). Na základě zjištěných dat lze pak odvodit pro jednotlivé provenience i délku vegetační periody. Jako podklad pro bonitaci jednotlivých fenologických fází rašení se používá různých schémat, charakterizovaných nejen slovně, ale i obrazově (kresby, fotografické snímky).

Podle potřeby se zřetelem na cíl výzkumu a metodické postupy lze dále měřením nebo okulární bonitací charakterizovat semenáčky, sazenice nebo jejich jednotlivé orgány (kmínek, zavětvení, pupeny, hustotu průduchů, počet větví v přeslenech, úhel větví, celkový habitus). Pro charakteristiku jednotlivých proveniencí může být významná i registrace počtu jedinců s vidličnatou osou aj.

#### 3.3.1.4 Časné testy

Jako „časné testy“ jsou zpravidla označovány všechny metody orientované na zkoumání proměnlivosti proveniencí (potomstev) k získání orientačních, nejčasnějších informací o pravděpodobném chování zkoumaných jednotek v pozdějších stadiích vývoje. Časné testy se často používají jako součást obecného biosystematického výzkumu druhů a dílčích populací lesních dřevin. Časné testy jsou dále využívány i jako kontrola autentičnosti proveniencí, jejichž osivo bylo získáno od semenářských závodů či z jiných zdrojů. Časné testy mohou začínat již zjišťováním charakteristik osiva (hmotnost 1 000 semen, podíl hluchých semen, podíl semen klíčivých nebo životaschopných, velikost embrya, klíčivost, energie klíčení) za standardních podmínek. Po výsevu jsou pozorovány semenáčky. Výsledky pozorované v časném stadiu vývoje mohou být pak cestou mnohonásobné regresní analýzy vztaženy k výsadbám v pozdějším věku.

V rámci časných testů se výsevy zpravidla realizují v laboratoři, v klimatizovaných komorách nebo ve sklenících. V těchto podmínkách lze podle cíle výzkumu, vybavení laboratoří aj. sledovat různé fyziologické aktivity. U semen se může jednat o aktivitu enzymů, např. katalázy, u semenáčků se obvykle sleduje průběh fotosyntézy aj. Značný význam má pro charakteristiku zkoumaných proveniencí (potomstev) sledování proměnlivosti fotoperiody a termoperiody. Součástí časných testů je biometrické měření raných vývojových stadií (výškový růst aj.).

Výsledky časné diagnostiky mohou jen podmíněně charakterizovat pravděpodobné pozdější chování zkoumaných proveniencí v porostu. Specifické podmínky prostředí lesního porostu se v laboratoři nedají s dostatečnou spolehlivostí simulovat a existuje řada případů, kdy provenience nebo dílčí populace dřevin, které se ve školkařském stadiu nebo v časných testech jevi-

ly jako perspektivní, po výsadbě v porostech zklamaly, např. v důsledku citlivosti k mrazům, suchu aj.

Přes tyto skutečnosti se však i v lesnické šlechtitelské praxi přiznává časným testům určitý význam. Výsledky časné diagnostiky jsou např. v SRN uznávány jako podmíněné kritérium pro zařazení ověřovaných uznaných jednotek do kategorie ověřených porostů.

### 3.3.2 Provenienční pokusy ve stadiu lesních porostů

Plánování a hodnocení pokusů se řídí hlavně délkou potřeby sledování chování sortimentu proveniencí na výzkumných plochách v lesních porostech. Pokusy prvního kroku jsou zpravidla zakládány jako výsadby krátkodobé nebo střednědobé. Mají podat v poměrně krátké době informace o tom, které ze zkoumaných proveniencí se pro dané poměry jeví jako perspektivní a které je proto třeba po delší dobu sledovat v následujících pokusech druhého kroku.

Pro dřeviny hospodářsky méně významné se zpravidla z důvodů ekonomických (finanční náklady) neuvažuje se zakládáním dlouhodobých pokusů v systému experimentů prvního a druhého kroku. Často se volí kompromis a zakládají se pouze pokusy střednědobého charakteru.

Největší význam z hlediska praxe lesního hospodářství mají výzkumné plochy dlouhodobé. Na základě výsledků získaných na těchto plochách je více méně spolehlivě možné rozhodnout o praktickém využití osvědčených proveniencí a jejich rajonizaci. Dlouhodobým pokusům bude proto i v následujících kapitolách věnována největší pozornost. Některé postupy a závěry uvedené v souvislosti s dlouhodobými výzkumnými plochami, např. některé způsoby pozorování a hodnocení, jsou využitelné i pro krátkodobé a střednědobé pokusy.

#### 3.3.2.1 Krátkodobé pokusy provenienční

Podle zásad zpracovaných z pověření Mezinárodního svazu lesnických výzkumných organizací (IUFRO) se považují za krátkodobé takové výsadby, které mají poskytnout informace ještě před tím, než se porost zapojí a projeví se konkurenční vztahy mezi jedinci vysazenými na ploše. Pro krátkodobé pokusy se většinou volí menší parcely ve formě čtverců, obdélníků nebo řad, např. jen s devíti nebo šestnácti jedinci. Použitelné jsou též parcely reprezentované jedním stromem. Tyto způsoby zakládání výzkumných ploch jsou charakteristické tím, že v průběhu zapojení kultury dochází k rychlému vzájemnému ovlivňování pokusného materiálu sousedními jedinci. Tento proces nastává velmi brzy zvláště v těch případech, kdy rozstup (spon) není příliš široký.

Výzkumné plochy s parcelami reprezentovanými jedním stromem jsou vhodné ke sledování růstových rozdílů v mladém věku, k posouzení rezistence proveniencí ke škodlivým vlivům prostředí v mladém věku. Jakmile dojde k zapojení porostu a dochází k výrazným kompetičním vztahům mezi jedinci, mohou mít některé výsadby zavádějící charakter s ohledem na to, že na výzkumné ploše existují ve vztahu mezi jedinci poměry, které pro normální hospodářské porosty nejsou charakteristické. Pro zkoumání znaků, které jsou výrazně ovlivňovány porostními poměry, je třeba volit větší parcely.

Přes uvedené skutečnosti se systém jednostromových parcel v lesnickém provenienčním výzkumu používá. Příkladem může být mezinárodní inventarizační pokus se smrkem ztepilým série IUFRO 1964/68.

Krátkodobé výzkumné provenienční plochy mohou sloužit zejména k posouzení životaschopnosti (procento přežívajících jedinců), fenologických znaků, některých morfologických znaků kmene a koruny, rezistence ke klimatickým škodlivým vlivům, živočišným škůdcům a chorobám v mladém věku (např. odolnost proti mrazům, sypavce borové u borovice lesní, klikorohu borovému u dřevin jehličnatých aj.).

#### 3.3.2.2 Pokusy střednědobé

Střednědobé pokusy se zakládají s představou, že mohou poskytnout realistické informace v období od výsadby až do třetiny, případně poloviny obmýtní doby. Četné druhy dřevin dosáhnou v tomto věku výčetních tloušťek kolem 15 m. Na dobrých stanovištích dosáhne smrk a borovice těchto dimenzí ve věku asi 35 let. Výzkumné plochy těchto dřevin musí být probírány zpravidla 1 až 3krát podle rychlosti růstu a zvoleného sponu při výsadbě.

Střednědobé výzkumné provenienční plochy jsou vhodné zejména pro sledování těchto znaků a vlastností: výškový růst, výčetní tloušťky, odolnost ke škůdcům a chorobám ve věku mlazin a tyčkovin (např. *Rhabdocline* u douglasky, *Pissodes pini* u borovice, rakovina kmene a větví u modřínu aj.). Dále lze registrovat a hodnotit morfologické vlastnosti kmene a koruny, rozměry větví, některé mechanickotechnologické vlastnosti dřeva (podíl pozdního dřeva, délka vláken aj.). Plošné údaje o produkci lze odvodit z větších parcel (např. o velikosti alespoň 0,05 ha). Na ostatních plochách lze na potenciální produkci usuzovat podle výšek, výčetních tloušťek nebo kruhových základů.

#### 3.3.2.3 Dlouhodobé pokusy

Dlouhodobé výzkumné provenienční plochy se zakládají tak, aby umožnily zjišťování a hodnocení produkce ve věku vyšším, než je polovina



doby obmýtní. S ohledem na dlouhověkost a relativně velké parcely je nutné výsadby tohoto charakteru zvláště pečlivě plánovat. Značný důraz je třeba klást na stejnorodost stanovištních podmínek.

Funkce dlouhodobých výzkumných provenienčních ploch nespočívá pouze v tom, že umožňují relativně spolehlivě posoudit produkci. Plochy mohou také sloužit k hodnocení rezistence zkoumaných proveniencí ke škodlivým klimatickým vlivům, proti hmyzu a parazitickým houbám. Tyto škodlivé faktory se mohou vyskytovat ve velmi dlouhých časových odstupech, někdy i jen jedenkrát během života porostu (např. výjimečné mrazy, suché období, kalamitní žír hmyzu aj.). Dlouhodobé výzkumné plochy mohou být využívány ke sledování kvetení a fruktifikace zkoumaných proveniencí, k posouzení habitu vzrostlých stromů (např. délky průběžného kmene až po jeho rozvětvení). Dále lze zkoumat vlastnosti vyztřelého dřeva, typ borky, kořenové systémy, odolnost k náporu větru aj.

Zakládání dlouhodobých výzkumných provenienčních ploch musí sledovat stanovený cíl výzkumu a respektovat specifické klimatické, půdní a ostatní podmínky území, kde mají být pokusy založeny a získané výsledky v praxi aplikovány. Pro plánování experimentálních výsadeb lze proto naznačit pouze obecné základní zásady.

Specifický význam má volba vhodné lokality zejména z hlediska proměnlivosti půdních podmínek. Jestliže se jedná o plochu, která má být uvolněna smýcením ještě stojícího porostu, je možno proměnlivost půdních podmínek sledovat založením sítě zkusných plošek a stejnorodost stanovištních podmínek posuzovat na základě výšek a výčetních tloušťek stromů, měřených na těchto ploškách. Pokud jsou technické, finanční i časové možnosti, lze posoudit půdní poměry a jejich proměnlivost buď založením půdních sond, nebo odběrem půdních vzorků pomocí sondovací tyče. Určitou orientační informaci o proměnlivosti půdních poměrů, např. z hlediska vlhkosti, může poskytnout složení půdní vegetace a obecně i typologická mapa. V případě, že se plocha pro založení provenienční výsadby připravuje vykloučením pařezů a celoplošnou orbou, jsou půdní poměry zřetelnější po provedení orby a případných dalších půdních úpravách.

Pokud se plocha má skládat z parcel obdélníkových, je vhodné, aby parcely byly delším rozměrem situovány v souladu s gradientem změn půdních podmínek. Tento postup je v praxi často těžko realizovatelný. Je však třeba dbát především na to, aby stanovištní, specificky půdní poměry v rámci parcely byly, pokud možno, jednotné. Kromě toho je žádoucí, aby existovala stanovištní, hlavně půdní homogenita v rámci celého bloku, jestliže je pokus založen v blokovém uspořádání. Blok by měl být dále více méně homogenní z hlediska sklonitosti svahu, působení klimatických faktorů (sluneční záření aj.).

V případě, že se na zvolené lokalitě vyskytují místa, která se zřetelně odlišují od půdních podmínek převážné části plochy, je vhodné tyto lokality vyloučit. Tyto případy se vyskytují v praxi dosti často a obecně se v rámci prací ve VÚLHM Jíloviště-Strnady řeší (např. výzkumná plocha se smrkem ztepilým na lokalitě Prachatice – Chroboly aj.).

Čím je stanoviště plochy stejnorodější, tím větší lze volit velikost parcel. Na velmi heterogenních plochách je třeba s ohledem na žádoucí přesnost pokusu volit menší parcely a větší počet opakování. Počet opakování se může pohybovat od dvou výše, v extrémních případech může dosahovat až třiceti (návrh IUFRO 1996).

Pokud jde o velikost parcel, musí odpovídat požadavku posouzení produkce ve věku vyšším, než je polovina obmýtní doby. Pro střednědobé pokusy má být, v souladu se zásadami IUFRO, velikost parcel taková, aby na nich bylo možno vysadit alespoň 6 x 6 sazenic. Zpravidla se však i pro střednědobé pokusy používá větších parcel, zpravidla pro 7 x 7 až 12 x 12 sazenic. Plošná velikost parcely je výsledkem zvoleného počtu sazenic a sponu, resp. počtu sazenic na parcele vysazených.

U velkých parcel lze stromy uvnitř parcely považovat za vlastní pokusný materiál, který je měřen a hodnocen, zatímco stromy podél hranic parcel jsou považovány za okraj, resp. izolační pás.

Pro dlouhodobé pokusy se považuje za minimální velikost parcely 0,1 ha. Tato velikost je však v novějších pokusech s větším počtem pokusných variant (proveniencí) zřídka dodržována s ohledem na to, že celková potřebná plocha pro založení pokusu by byla příliš velká. Vedle toho, že značně velké plochy pro založení experimentálních výsadeb nejsou vždy k dispozici, nebo se obtížně vyhledávají, hraje značnou roli i stanovištní nestejnorodost plochy, která se teoreticky zvětšuje s narůstající plochou lokality. V pokusech IUFRO zakládaných koncem 30. a počátkem 40. let se většinou volily parcely 20 x 20 m. Tato plocha, jak naznačily zkušenosti, je příliš malá na to, aby bylo možno plošně sledovat produkci jednotlivých proveniencí po celou dobu hospodářské existence porostu.

Praktické zkušenosti z dlouhodobější praxe zakládání srovnávacích provenienčních a jiných ploch vedou k názoru a k závěru, že vyhledání vhodných ploch v podmínkách českého lesního hospodářství není jednoduché. Je obtížné vyhledat lokality, které by vyhovovaly ze stanovištních hledisek, zejména pokud jde o homogenitu podmínek. Pokud je nalezena vhodná lokalita, musí být místní lesní hospodář požádán, aby příslušnou plochu vytěžením porostu včas uvolnil. V řadě případů se tento postup řešení v praxi realizoval, zejména v případech, kdy šlo o zakládání výzkumných ploch mezinárodních pokusných sérií.

Často však uvedené řešení není možné z provozních důvodů, např. s ohledem na nebezpečí větru a ohrožení okolních porostů. Jindy je uvolnění ploch vázáno na specifické podmínky, např. jde o zásahy, které představují výjimku z ustanovení lesního hospodářského plánu.

Většinou bývají pro založení výzkumných ploch k dispozici a jsou nabízeny již existující holiny, nebo plochy, kde se má v běžném či příštím roce uskutečňovat těžba v souladu s předpisy LHP. Plochy tohoto typu často nevyhovují z hlediska terénních a půdních poměrů, zejména pokud se týká homogenity stanoviště. Často jsou nevhodné nebo dokonce nepřijatelné i z hlediska velikosti a tvaru plochy.

Zakladatel výzkumné plochy bývá proto často nucen k různým kompromisům, ne vždy zcela vyhovujícím řešením. Mnohdy je třeba, je-li disponibilní plocha malá, rozdělit materiál na dvě lokality, což je postup, který může být přijatelný, pokud vzdálenost ploch není příliš velká a stanovištní poměry lokalit výrazně odlišné. V žádném případě by však pod tlakem okolí a dalších skutečností neměly být výzkumné plochy zakládány na takových lokalitách a takovými metodickými postupy, které by narušily cíl výzkumu a ohrozily žádoucí spolehlivost porovnávání a hodnocení pokusných variant (proveniencí).

Zcela zásadní otázkou pro zakládání výzkumných provenienčních a ostatních srovnávacích ploch je volba sponu a rozstupu sazenic. Při volbě těchto parametrů se přihlíží zpravidla k růstovým a ostatním biologickým vlastnostem dřeviny, k stanovištním poměrům a k cíli, který se založením pokusu sleduje, mimo jiné k otázce, kdy je žádoucí zapojení kultur. Volnější spony umožňují posuzování morfologických vlastností kmene a koruny v mládí, usnadňují do určité míry i některé práce na plochách, jako jsou fenologická pozorování aj. V praxi se používá hojně sponů čtvercových, které mají tu výhodu, že s ohledem na prostředí se vytvářejí podmínky pro vývoj pravidelných korun. Osvědčují se však i spony obdélníkové. Uvolňovací zásahy do porostu (např. při volbě sponu 2 x 1 m) s cílem zředit rozstup ve fázi zapojení v řadách mohou vést ke vhodnému sponu 2 x 2 m. V praxi VÚLHM Jíloviště-Strnady se osvědčil při výsadbách četných provenienčních ploch s různými dřevinami (modřín opadavý, smrk ztepilý, jedle bělokorá, buk lesní) právě zmíněný spon 2 x 1 m. Pro borovici lesní a duby se s uspokojivým výsledkem použil spon řadový 1,4 x 0,7 m. Dřeviny v mládí velmi rychle rostoucí, jako je např. douglaska tisolistá, se vysazují zpravidla v řidších sponech, např. 2 x 2 m.

Výzkumné provenienční plochy, jako i další srovnávací výzkumné lesnické plochy se nevysazují zpravidla jen jako plochy jednotlivé, ale ve formě menších nebo větších řad (sérií) na větším počtu lokalit. Tento

postup sleduje v prvé řadě cíl dosáhnout větší spolehlivosti výsledků, což je možné jen v případě, kdy dvě nebo více výzkumných ploch je založeno ve stejných nebo obdobných stanovištních podmínkách. Cílem zakládání výzkumných provenienčních a jiných ploch bývá obvykle i získání informací o adaptační schopnosti (ekovalenci) zkoumaných proveniencí. Tyto údaje lze získat vyhodnocením výzkumné plochy jako celého souboru metodami matematické statistiky. Získané údaje lze využít jednak v případě potřeby v průběhu dalšího šlechtění, nebo jsou základním kritériem pro rajonizaci zkoumaných proveniencí v lesnické praxi.

V rámci provenienčního výzkumu, zejména pokud sleduje praktické cíle, se počet a lokalita jednotlivých dílčích provenienčních ploch určuje právě se zřetelem na získání informací pro případnou rajonizaci reprodukčního materiálu osvědčených proveniencí v lesním provozu. S ohledem na tyto cíle se výzkumné provenienční a jiné plochy (zejména plochy k ověření porostů uznaných ke sklizni osiva – viz dále) zakládají v potřebném počtu na lokalitách, kde se očekává praktické využití reprodukčního materiálu.

V praxi lesnického výzkumu se počet ploch v sérii podle cílů výzkumu a rozsahu podmínek prostředí, v nichž využití zkoumaného materiálu přichází v úvahu, pohybuje zpravidla od třech ploch výše. Podle počtu lokalit patří k nejrozsáhlejším sériím výzkumných provenienčních ploch, které až dosud byly ve VÚLHM Jíloviště-Strnady založeny, např. série výzkumných ploch se smrkem ČR- býv. NDR 1976/77 na celkem 16 plochách. Poměrně velkou sérii představují dále výzkumné provenienční plochy s jedlí bělokorou – celkem 16 ploch. Nejrozsáhlejší sérií ploch založených ve VÚLHM Jíloviště-Strnady je ověřovací pokus s potomstvy vybraných uznaných jednotek smrku ztepilého, který se skládá z 21 ploch na různých lokalitách vybraných na celém území České republiky.

Žádoucí a optimální postup představuje série, která se skládá z ploch založených podle jednotných metodických principů se shodným počtem zkoumaných proveniencí nebo jiných experimentálních jednotek. V tomto případě i hodnocení celého souboru ploch je zpravidla bezproblémové a spolehlivost výsledků na požadované úrovni. V řadě případů však tento žádoucí postup není možný s ohledem na to, že pro všechny zkoumané provenience, resp. obecně pokusné členy, není k dispozici tolik materiálu (sazenic), který by postačoval pro výsadbu na všech plochách. Jindy může být postup zkomplikován tím, že na některých lokalitách není k dispozici plocha takové výměry, aby bylo možno umístit všechny zkoumané pokusné varianty. V každém případě je žádoucí, aby na všech lokalitách byl umístěn co největší počet společně zkoumaných pokusných variant.

### 3.3.2.4 Porovnávací standardy

Zakládání výzkumných provenienčních ploch sleduje, jak již bylo zmíněno, různý cíl, od výzkumu genetické proměnlivosti zkoumaných populací obecně, což je významné zejména z teoretického hlediska, až po praktické cíle, jako je vhodnost zkoumaných proveniencí pro uplatňování v lesnické pěstební praxi. Provenienční výzkum patří zpravidla do komplexu šlechtitelských prací, které sledují obecný základní směr – identifikaci a selekci reprodukčního materiálu vhodného pro využití v praxi lesního hospodářství. Jednou ze základních otázek je získání informace, do jaké míry je zkoumaný materiál ve svém růstu, produkci, jakosti, odolnosti, adaptační schopnosti aj. srovnatelný s reprodukčním materiálem až dosud v lesnické praxi používaným. Jako kritérium se v minulosti a do značné míry i v současnosti používá srovnání s reprodukčním materiálem místního původu, který bývá zařazován do provenienčních, ale i jiných pokusů jako jedna z pokusných variant. Tento postup byl uplatněn v minulosti v ČR např. při zakládání výzkumných provenienčních ploch se smrkem, série IUFRO 1942 v Moravskoslezských Beskydech.

V posledních desetiletích, kdy zejména v oboru genetiky i prakticky orientovaného šlechtění se po stránce teoretické i praktické získaly nové zkušenosti a zahrnují větší počet dílčích prací různého charakteru, se volí jako kritérium pro posouzení geneticky podmíněné hodnoty zdrojů reprodukčního materiálu „porovnávací standardy“. Porovnávací standardy jsou významné zejména pro plochy zakládání k ověřování jednotek uznaných ke sklizni osiva, jako kritérium pro zařazení nejhodnotnějších do kategorie E (elitních). Jsou však velmi dobře použitelné a vhodné i k zařazení do jiných porovnávacích výsadeb, mimo jiné provenienčních. Umožní totiž kvantitativně posoudit možný šlechtitelský pokrok, který se výběrem ve šlechtění lesních dřevin může dosáhnout.

Pro srovnatelnost šlechtitelské práce v celém komplexu je třeba, aby porovnávací standardy pro zkoumání šlechtitelského materiálu byly stanoveny nikoli jen místně, nebo regionálně, jak to bývalo zvykem v minulosti, nýbrž jednotně pro celou ČR. Analogický postup je znám např. ze Spolkové republiky Německo, kde standardy byly stanoveny pro hospodářsky významné dřeviny správním předpisem Spolkového ministerstva pro výživu, zemědělství a lesnictví z r. 1985.

Soubor porovnávacích standardů pro hospodářsky významné dřeviny v ČR byl zpracován v rámci „Metodického návrhu pro ověřování (testování) reprodukčního materiálu lesních dřevin“ (ŠINDELÁŘ 1974). Jako standardy jsou voleny dílčí populace (uznané jednotky) lesních dřevin, které růstem, jakostí, odolností, případně některými dalšími specifickými vlastnostmi

a znaky odpovídají požadavkům na uznané zdroje reprodukčního materiálu. Má jít o zdroje „průměrné“. Vychází se z oprávněného předpokladu, že v praxi lesního hospodářství je v největším rozsahu používán reprodukční materiál „průměrných“ znaků a vlastností. Navíc pokrok, kterého se šlechtitelskými opatřeními dosáhne, ať již jde o produkci objemovou, kvalitu dřeva aj., je třeba „měřit“ právě s využitím průměrných ukazatelů charakteristických pro lesnickou praxi v České republice. S ohledem na tyto skutečnosti byly jako standardy zvoleny uznané jednotky kategorie B (ŠINDELÁŘ, RAMBOUSEK 1992).

Do seznamu standardů jsou zařazeny porosty pro smrk ztepilý, borovici lesní, jedli bělokorou, modřín opadavý, buk lesní, dub letní, dub zimní, olši lepkavou a jasan ztepilý. Jde celkem o 9 druhů hospodářsky významných dřevin, u nichž ověřovací práce mohou přicházet v příštích letech nadále v úvahu. Vedle hospodářského významu dřevin je kritériem pro zařazení do souboru standardů také existence vhodných zdrojů (porosty, semenné sady), které by mohly být nebo měly být předmětem ověřovacích prací.

Do souboru standardních populací byly zařazeny vhodné jednotky ze všech vegetačních lesních stupňů nebo jejich souborů, kde příslušné dřeviny jsou součástí původních lesních ekosystémů, nebo mají, pokud jsou původní, vhodné podmínky pro pěstování a uvažuje se s nimi jako se složkou porostů v příslušných hospodářských souborech.

Při volbě standardních populací se uvažovala perspektiva relativně dlouhodobé existence těchto porostů, tj. alespoň 40, popřípadě i více let. Proto byly jako standardy voleny vesměs porosty mladší 100 let, v řadě případů mladší než 90 let. Pokud to situace dovolila, byly jako standardní populace voleny porosty o větší rozloze, tak aby bylo možné v těchto porostech podle potřeby sklízet dostatečné množství osiva a to i pro dlouhodobé skladování těch dřevin, kde tento postup přichází v úvahu. Při volbě porostů se dále přihlíželo k tomu, aby byla v budoucnu potencionálně možná přirozená obnova těchto dílčích populací a tedy možné udržení a kontinuita genových zdrojů i pro vzdálenější budoucnost.

### 3.3.2.5 Výsadby výzkumných provenienčních ploch a péče o ně

Sazenice vypěstované pro provenienční výsadby ve školce se zpravidla třídí podle kritérií obvyklých v lesnické praxi. Většinou se vyřazují pouze sazenice se symptomy výrazného poškození abiotickými vlivy, škůdci nebo chorobami, sazenice zakrnělé, nebo sazenice, jejichž kořenový systém byl při vyrývání (vzorávání) tak poškozen, že by pravděpodobně uhynuly nebo kde byl zřetelně ovlivňován růst a zdravotní stav sazenic po delší dobu. Obvykle jde o to, aby provenienční diferenciaci, která se projevila již v lesní

školce, byla udržena jako východiskový stav při výsadbě na výzkumnou plochu. Jen ve zcela výjimečných případech se vychází z požadavku, aby veškeré sazenice a proveniencie měly při výsadbě více méně stejné růstové a ostatní vlastnosti a počítá se s tím, že východiskový stav pro sledování a hodnocení představuje až fáze výsadby na výzkumnou plochu. V těchto případech se pak sazenice třídí. Je pravděpodobné, že při třídění se s ohledem na různé výšky proveniencí zasahuje velmi rozdílně do souborů sazenic jednotlivých proveniencí. Tento postup eliminuje geneticky podmíněné rozdílnosti jednotlivých proveniencí, tak jak se projevují v prvních letech života, na straně druhé však vylučuje určité více méně nestejně postupy pěstování sazenic jednotlivých proveniencí v lesních školkách, které mohou nastat důsledkem rozdílné hustoty sítě, nestejně konkurence mezi semenáčky a sazenicemi na záhonech či tabulích aj.

Vlastní výsadba se realizuje na plochách, které byly předem vytýčeny a zaměřeny, parcely vhodným způsobem označeny. Při výsadbě se doporučuje pravidelný spon a rozstup sazenic, což je nutným předpokladem pro srovnatelnost výsledků a evidenci. Místa pro výsadbu sazenic se buď přímo označí, např. kolíky či jmenovkami, nebo se vysazuje podle sázecí šňůry. Jestliže nelze na určeném místě sazenici vysadit pro překážku (pařez aj.), je vhodné sazenici posunout v řadě dopředu nebo dozadu. Vybočení z řady se považuje, s ohledem na evidenci za méně vhodné. Výzkumnou plochu je třeba vysázet během krátké doby jednoho nebo několika dní, tak aby případná změna počasí neovlivnila výrazněji východiskové podmínky pro vysazený materiál. Je dále žádoucí, aby celá výzkumná plocha byla vysazena jedním kolektivem pracovníků. Aby se zabránilo vzniku okrajového efektu, je třeba výzkumnou plochu osázet okrajovým pásem, sazenicemi téže dřeviny a téže proveniencie. Doporučuje se okrajový pás, nejméně dvouřadý, založit s využitím sazenic standardní proveniencie, kterou je ovšem třeba v první řadě zařadit jako jeden z pokusných členů do sortimentu zkoumaných proveniencí.

Ztráty, které vzniknou uhynutím sazenic, se vylepšují zpravidla pouze v prvním roce po výsadbě. Je vhodné, když se rezervní sazenice pro tento účel vysadí souběžně se založením výzkumné plochy na místo výsadby např. do okrajů plochy nebo do meziřad. Výhodou tohoto postupu je, že sazenice určené k vylepšování rostou ve stejných podmínkách jako základní materiál vysazený na výzkumnou plochu. V tomto případě se sazenice určené k vylepšení vysazují s kořenovým balem na místa, kde došlo ke ztrátám. Jestliže dojde k další ztrátě ve druhém, případně dalším roce po výsadbě, je problém dalšího vylepšování závislý na druhu dřeviny, rychlosti odrůstání, zvoleném rozstupu sazenic při výsadbě, disponibilním sa-

debním materiálu. Vylepšování v rychle odrůstajících kulturách, jde-li o jednotlivé ztráty, je mnohdy iluzorní vzhledem k tomu, že růst sazenic vysazených v rámci vylepšení se zpomaluje, což může být následek případného šoku z přesazení. Jde-li o dlouhodobé pokusy, pak se zpravidla jejich růst i ve druhém roce po výsadbě vylepšuje, jestliže je k dispozici potřebný materiál.

Vyskytnou-li se po výsadbě ztráty v hloučcích nebo skupinách a nelze-li výsadby vylepšit vhodnými, na příslušná místa patřícími proveniencemi, pak je vhodné prázdná místa doplnit jinou dřevinou. V této souvislosti se počítá s tím, že po zapojení kultury se tento výplňový materiál postupně z plochy alespoň částečně odstraní.

V zájmu zachování srovnatelnosti proveniencí a sazenic vysazených na plochu je pochopitelně třeba, aby výzkumná plocha byla jednotným způsobem ošetřována proti buřeni, případně podle potřeby proti jiným škůdcům (např. klikoroh borový), nebo chorobám (*Lophodermium pinastri* aj.).

V podmínkách ČR je nezbytně nutné, aby výzkumné provenienční plochy, stejně jako i další srovnávací plochy šlechtitelské povahy, byly chráněny před škodami zvěří oplocením. Výšku a trvalost oplocení je třeba volit se zřetelem na přítomné druhy zvěře a možné škody, které by mohly vzniknout. Jde-li o zvěř jelení, případně další velkou zvěř spárkatou, volí se obvykle výška oplocení 220 cm. Jako ochrana před srnčí a drobnou zvěří postačí výška oplocení 160 cm. Při volbě způsobu oplocení, mimo jiné výšky, je třeba přihlídnout i ke specifickým klimatickým podmínkám dané lokality, zejména k obvyklé výšce sněhové pokrývky.

Výzkumné plochy je třeba v terénu trvale označit nejlépe pomocí dřevěných kůlů (průměr 10 až 14 cm, výška nad zemí 80 až 120 cm) a to nejen v rozích celkové výzkumné plochy, ale i v rozích parcel. Je vhodné, aby jednotlivé proveniencce, event. i čísla parcel a opakování, byly vyznačeny na štítcích, umístěných na hraničních kůlech, případně v určitém systému na okrajových stromech jednotlivých parcel. Pro každou výzkumnou plochu je třeba založit evidenční záznam (protokol), který by měl obsahovat zejména tyto náležitosti:

- Identifikační číslo výzkumné plochy, druh plochy (provenienční, případně jiné kategorie, lokalizace (majitel lesa, lesní závod, správa nebo pole-sí, oddělení, porost), tvar a velikost plochy, charakteristika, způsob stabilizace. Nutná jsou orografická a klimatická data, půdní poměry, situační náčrt v měřítku porostní mapy.
- Seznam a charakteristika zkoumaného materiálu (proveniencí), situační plán výzkumné plochy, datum výsadby, systém založení, charakteristika sadebního materiálu, způsob výsadby, údaje o ochraně (oplocení aj.).



Nutná je jmenná a kontaktní adresa pracovníků lesního provozu, kteří při zakládání výzkumné plochy spolupracovali a kteří jsou ze strany lesního provozu pověřeni péčí o plochu. Zásadní význam má zaznamenání data výsadby.

- Evidence nejlépe ve formě spisové složky, kam je třeba zařazovat veškeré další údaje a informace o vylepšování ploch, poškození, biotechnických a jiných opatřeních aj. Současně patří do evidence veškerá korespondence a ostatní písemnosti, které se týkají výzkumné plochy.
- Vhodné počítačové databáze pro veškeré nebo vybrané výzkumné plochy, např. podle určitých hledisek (podle dřevin, druhu výzkumných ploch aj.). V těchto databázích je možné, vedle základních informací o výzkumných plochách, ukládat postupně i data z měření a ostatních hodnocení, které je pak možné zpracovávat a to nejen v rámci jednoho časově vymezeného měření a hodnocení, ale podle potřeby i v dalších rovinách (např. regresní a korelační vztahy mezi veličinami v různých časových fázích vývoje aj.).

Předmětem diskusí bývá způsob výchovy výzkumných provenienčních ploch. Zvolený postup je do značné míry závislý na cíli, který výzkum sleduje. Krátkodobé výzkumné provenienční plochy sledují zpravidla cíl získat informace o genetické míře podmíněnosti proměnlivosti zkoumaného materiálu. V tomto případě, pokud zásahy vůbec přicházejí v úvahu, se zpravidla volí zásah schematický.

Výzkumné plochy střednědobé a dlouhodobé sledují, vedle poznatků o geneticky podmíněné proměnlivosti, cíl získat informace o potenciálně objemové a hodnotové produkci, kterou lze od zkoumaných proveniencí při obvyklé pěstební péči očekávat. V tomto případě se v rámci výchovy obvykle postupuje podle místně obvyklých a osvědčených pěstebních zásad. Respektuje se princip stability, objemové produkce, jakosti, zdravotního stavu, více méně rovnoměrného rozmístění stromů v porostu. Frekvence a intenzita výchovných zásahů se volí podle místních podmínek a osvědčených zvyklostí. Jako vhodné kritérium se hodí např. horní výška, index vypočtený z průměru výšky proveniencie a počtu stromů na 1 ha aj. Specificky ve střednědobých a dlouhodobých pokusech se osvědčuje postup, který spočívá v tom, že první výchovný zásah v rámci čístek je schematický, a další zásahy pak jsou realizovány podle místně obvyklých, osvědčených principů výchovy porostů.

Velmi často dochází k tomu, že se na výzkumných provenienčních plochách objevují přirozené nálety dřevin ze sousedních lesních porostů. Nejedná se pouze o dřeviny pionýrského charakteru, jako jsou břízy, vrba jíva aj., ale často jde i o nálety smrku ztepilého, borovice lesní, modřínu opadavého aj. V některých případech se na výzkumných plochách objevují místně při-

rozené nálety dalších dřevin, např. dubu, ale i buku. Nárosty dubů případně dalších listnáčů mohou pocházet zejména z pařezových výmladků nebo kořenových výstřelků. Ojedinelé buky, hloučky či skupiny se mohou na výzkumných provenienčních plochách objevit za několik let jako pozůstatky potlačených náletů a nárostů z předchozího porostu. Náletové dřeviny na výzkumných plochách je třeba odstranit ihned, jakmile by konkurovaly zkoumané dřevině vysazené na ploše. Tato zásada platí zejména pro plochy krátkodobé, které mají být sledovány pouze do fáze zapojení porostu.

Specifický problém představuje případ, kdy se na provenienční plochu nebo plochu jiného charakteru dostane přirozený nálet těžé dřeviny z okolních porostů. V podmínkách ČR je tento jev dosti častý u výzkumných ploch s borovicí lesní, smrkem ztepilým, někdy i modřínem opadavým. V pozdějších fázích vývoje je pak někdy obtížné náletové jedince odlišit od sazenic vysazených na ploše pro výzkumné účely. V pokročilejším věku může dojít, zvláště u pomaleji rostoucích proveniencí k tomu, že nálet vysazené sazenice konkurencí ovlivňuje, v extrémních případech i předrůstá a potlačuje.

### 3.3.2.6 Měření a další pozorování na výzkumných plochách

Měření a další pozorování na výzkumných plochách se realizuje zpravidla, v souvislosti s cílem výzkumu, ve více méně pravidelných časových odstupech. Turnus měření a hodnocení se přizpůsobuje v první řadě rychlosti růstu zkoumaných dřevin. Značný význam pro volbu časových intervalů měření a hodnocení může mít mimo jiné ohrožení škodlivými vlivy prostředí, pokud jejich registrace je v souladu s cílem výzkumu.

V České republice se zpravidla postupuje tím způsobem, že v prvním roce na podzim, resp. během vegetačního klidu po uplynutí první vegetační doby, se uskuteční inventarizace ztrát, někdy i měření výšky sazenic. Tím se zachytí východiskový stav na ploše. Ve druhém, případně i třetím roce se opakuje inventarizace a vlastní měření a hodnocení se realizuje zpravidla 3 až 5 let po výsadbě, dále v pravidelných pětiletých intervalech až asi do věku 20 let. Po dvacátém roce lze při nedostatku pracovní kapacity a dalších možnostech prodloužit interval měření a dalšího hodnocení až na 10 let. Měření se uskutečňuje, zvláště ve věku mlazin, tyčkovin a v pozdějších vývojových stádiích zpravidla před výchovným zásahem. Při následném výchovném zásahu se zaregistrují jedinci, kteří byli z jednotlivých parcel odstraněni, udá se počet a podle možností i charakteristika výčetních tloušťek a výšek.

Vedle pozorování, uskutečňovaných systematicky více méně v pravidelných intervalech se provádějí také mimořádná pozorování, která se realizují v souvislosti s vlivy prostředí, které se na výzkumné ploše uplatnily. Dosta-

ví-li se v určitém roce např. mimořádně silné mrazy a vzniknou na výzkumné ploše škody, je vhodné inventarizovat rozsah a stupně škod na zkoumaných proveniencích v případě, že otázka odolnosti k mrazu je z hlediska zkoumaného materiálu důležitá. Podobně se postupuje např. v případech extrémního sucha, sněhového tlaku, který způsobil škody na ploše, výskytu hmyzích škůdců (např. pilatky smrkové *Pristiphora abietina* na výzkumných plochách smrku ve stadiu mlazin a tyčkovin). V podmínkách ČR mohou být aktuální např. škody klikorohem borovým na výzkumných plochách jehličnatých dřevin ve stadiu kultur, sypavkou borovou na výzkumných plochách borovice lesní ve stadiu kultur. Ve fázi mlazin se mohou objevit škody působené václavkou (konkrétní zkušenost např. s výzkumnými plochami modřínu opadavého, jedle obrovské aj.). I v těchto případech je vhodná registrace.

Při pravidelných periodických pozorováních se věnuje, a to u všech typů pokusů, v souladu s vývojovou fází, pozornost zejména těmto datům: mortalita (nebo schopnost přežití), výška, výčetní tloušťka, od fáze tyčkovin i objemová produkce. U krátkodobých pokusů mají značný význam již zmíněná pozorování odolnosti k mrazu, suchu a dalším abiotickým a biotickým škodlivým vlivům. Je vhodné tyto vlivy registrovat, pokud jsou důležité, i u střednědobých a dlouhodobých pokusů.

Vedle toho je možno podle dřeviny, cílů výzkumu, sledovat v souladu s doporučeními pracovní skupiny IUFRO z r. 1964, zejména tyto veličiny, znaky a procesy:

- Růst: produkce sušiny
- Morfologie: naklonění kmene, chyby, zakřivení, průběžnost, vidličnatost, výtvarnice, soustřednost kmene, charakter báze kmene, točitost kmene, délka a šířka koruny, počet a postavení větví, tloušťka větví, charakter kůry, barva letorostů, morfologické vlastnosti a barva jehlic, rozměry a morfologické charakteristiky šišek
- Fyziologie: fototropismus, fenologie, tvorba jánských výhonů (prolepsis), fotosyntéza, respirace
- Technologie: technologické vlastnosti dřeva, anatomie dřeva, tvorba letokruhů, podíl pozdního dřeva, délka vláken, obsah celulózy
- Odolnost: odolnost k abiotickým a biotickým faktorům
- Biochemie: obsah vybraných prvků v jehlicích, kůře, tvorba pryskyřice aj.

Jako příklad se uvádějí v příloze 1 a 2 formuláře pro hodnocení mezinárodních provenienčních pokusů s modřínem série IUFRO 1958/59 a to v mládí (I) a pro starší porosty (SCHOBER, FRÖHLICH 1967).

Základní informace mají poskytnout přímá měření, která mají být realizována na menších parcelách na všech stromech, na větších parcelách, pokud měření a hodnocení všech stromů z kapacitních a jiných důvodů není možné, alespoň ve formě výběrových šetření na 30 až 45 jedincích. V případech, kdy přímé měření není možné, je příslušný znak třeba charakterizovat spočítáním (např. počet pupenů v přeslenu na jednotlivém stromku, nebo počet stromů na parcele s vidličnatým růstem aj.). Jiné znaky lze registrovat podle vhodných stupnic okulární bonitací (např. stupeň zakřivení kmene, postavení větví prvního řádu, barevné odstíny asimilačních orgánů, aj.). Pro bonitaci se hodí znaky a vlastnosti charakteristické kontinuální proměnlivostí. Velmi často je vhodné a úsporné, když se řada potřebných měření a dalších pozorování uskuteční současně na každém stromě.

Pro měření a další hodnocení je nutná příprava vhodných formulářů. Podle množství je vhodné využít postupy a zařízení, která umožňují reprodukci dat a jejich přímé zpracování na počítači.

### 3.3.2.7 Vyhodnocení výsledků měření a dalších šetření

Matematická statistika se velmi rychle rozvíjí, přesto však i dnes jsou základem hodnocení různé modely analýzy variance a na analýzu variance navazující následné postupy (Duncanův mnohonásobný pořadový test, Scheefeho test, kalkulace opakovatelnosti), dále analýza kovariance, regrese a korelační počet, faktorová analýza, analýza četnosti aj. Zejména metody mnohonásobné regrese a faktorové analýzy mohou poskytovat informace o významných vztazích mezi proveniencemi, případně jinými pokusnými subjekty, které z výsledků měření nejsou bez odpovídajícího početního zpracování zřetelně patrné.

Základní principy postupů matematicko-statistického zpracování dat z výzkumných provenienčních ploch, případně ostatních, jsou uvedeny a stručně komentovány v kapitolách 3.5.4.1 až 3.5.4.3.

Jestliže jde o sérii ploch jednoho a téhož provenienčního nebo jiného pokusu, je samozřejmé, že je vhodné a účelné, aby se měření a hodnocení provedlo na všech výzkumných plochách časově tak, aby výsledky byly srovnatelné a synteticky zpracovatelné. Jde např. o jedno a totéž období vegetačního klidu (např. od měsíce října běžného roku do konce března roku následujícího). Tento postup je nezbytný především proto, že série dalších ploch, často v různých podmínkách prostředí, se zakládají mimo jiné právě z toho důvodu, aby výsledky bylo možno porovnat a konfrontovat, případně synteticky zhodnotit. Tato zásada platí stejnou měrou v případě, že jde o výzkumné plochy zakládané v rámci mezinárodní spolupráce. Zvláště v těchto případech je nezbytné, aby byly srovnatelné způsoby zakládání, pěstování, sledování a hodnocení výzkumných ploch.

### 3.4 Základní reprodukční materiál, osivo pro provenienční výzkum

#### 3.4.1 Volba lokalit proveniencí

Pokusy prvního kroku, které mají přinést informace o proměnlivosti zkoumaného druhu dřeviny ve větší či menší části areálu, musí zahrnovat větší počet proveniencí. Jejich počet závisí na rozsahu areálu nebo zkoumané části areálu, na pravděpodobnosti rozdílů mezi zkoumanými proveniencemi, na technických možnostech výzkumného pracoviště. Na pravděpodobnost rozdílů mezi zkoumanými proveniencemi lze usuzovat na základě ekologické proměnlivosti prostředí, v němž zkoumaná dřevina roste. Roli hraje zejména rozloha zkoumané oblasti, geografické, geomorfologické a klimatické charakteristiky, variabilita půdních podmínek. Informace, které jsou o dřevině již dispozici, pokud jde o volbu lokalit proveniencí a jejich počet, je možno do určité míry akcentovat v těch oblastech, kde mohou z hlediska využití zkoumaného materiálu představovat pozitivní perspektivy. Výběr proveniencí, resp. lokalit proveniencí, by se pro pokusné výsadby prvního kroku měl realizovat více méně formou náhodného výběru, přičemž by měly být do výběru zahrnuty jak lokality z převažujících průměrných podmínek prostředí, tak i z lokalit extrémních.

Při výběru vhodných lokalit pro provenienční výzkum se zohledňují především přirozené rozšíření dřevin a dosavadní disponibilní znalosti o charakteru proměnlivosti zkoumané dřeviny. Některé druhy dřevin mají rozsáhlé souvislé areály. V těchto případech je vhodné vybrat vzorky z lokalit, které jsou více méně rovnoměrně rozloženy po celé ploše areálu. Příkladem dřeviny tohoto charakteru je borovice lesní s rozsáhlým areálem na euroasijském kontinentě, a částečně i smrk ztepilý se souvislým areálem v boreálních oblastech euroasijského kontinentu a více méně disjunktivními areály v horských oblastech střední, západní a jihovýchodní Evropy.

Pokud existují a jsou známy určité velkoprostorové gradienty v proměnlivosti podmínek prostředí, je vhodné volit lokality zkoumaných proveniencí a příslušné provenience paralelně s těmito gradienty (např. nadmořská výška, průměrné teploty, roční úhrn srážek). Příkladem dřevin tohoto charakteru, uvažujeme-li pouze prostor střední Evropy, může být do určité míry smrk ztepilý, modřín opadavý a částečně i borovice lesní.

V podmínkách střední a západní Evropy, z větší či menší části i jinde, nejsou, s ohledem na více než 200leté hospodaření v lesích, populace lesních dřevin ze značné části autochtonní. Nejde pouze o to, že druhová skladba porostů je jiná, zejména zastoupení dřevin, ale populace dřeviny samotné může být přenesena z jiných podmínek prostředí. Je pochopitelné, že v případech, kdy je do rámce provenienčního výzkumu zařazen alochtonní mate-

riál, nelze dospět, zvláště v pokusných výsadbách prvního kroku, ke správné představě o tendencích proměnlivosti dřeviny. Je proto žádoucí, zvláště jde-li o pokusy prvního kroku, volit dílčí populace prokazatelně, nebo s určitou vysokou pravděpodobností původní.

V porostech druhého kroku, kde jde prakticky o ověření znaků a vlastností proveniencí s cílem konkrétního využití v lesnické pěstební praxi, lze alochtonní populace akceptovat. Je však třeba vždy registrovat údaje o tom, zda se jedná o populaci autochtonní či nikoli, mimo jiné se zřetelem na možná specifika, pokud jde o místní geneticky podmíněnou proměnlivost populace a s tím související potenciál adaptace na změněné podmínky prostředí.

Je třeba vhodně charakterizovat podmínky prostředí lokality, z nichž zkoumané proveniencí pocházejí. V provenienčním výzkumu jsou meteorologická data významná tehdy, když jde o proveniencí skutečně autochtonní. Někdy může být vhodné vybírat lokality proveniencí, které mají být zařazeny do provenienčního výzkumu, s přihlédnutím k lokalitám existujících klimatických stanic. Velmi často je v určitých oblastech síť meteorologických stanic velmi řídká a žádná z existujících stanic nevystihuje poměry lokalit zvolených mateřských porostů (proveniencí) zařazených do provenienčního výzkumu. V tomto případě je třeba data, zpravidla průměrné roční teploty, roční úhrny srážek, případně některé další klimatické ukazatele na základě údajů z nejbližších klimatických stanic vhodně interpolovat. Interpolace je v některých případech obtížná, zejména se zřetelem na rozdílnosti nejen v geografické poloze, ale i v nadmořských výškách a expozicích.

V rámci pokusných výsadeb prvního kroku bývá zařazen často značný počet proveniencí. Zhodnocení umožní zpravidla lokalizovat oblasti, v nichž lze volit proveniencí, které svými vlastnostmi budou nadějně z hlediska cílů výzkumu. Zatímco v pokusech prvního kroku bývají zařazovány desítky až stovky proveniencí dřeviny, v pokusech druhého kroku, zvláště jde-li o výzkumné dlouhodobé plochy, zpravidla jen několik, nejvýše několik desítek vhodně vybraných proveniencí z původního více méně širokého základního sortimentu.

### 3.4.2 Charakteristika porostů

Základní jednotkou provenienčního výzkumu je zpravidla porost. Tento porost je na základě doporučení IUFRO pro zakládání a hodnocení výzkumných provenienčních ploch definován jako „dostatečně velký počet stromů, tvořících vegetační jednotku, která se svým složením, výstavbou a prostorovým uspořádáním liší od okolních porostů“.

Z šlechtitelského hlediska musí porost obsahovat relativně značné množství stromů na větší ploše, což je předpokladem pro dostatečné křížové opy-

lení v rámci porostu. Není vhodné do rámce provenienčního výzkumu zařazovat menší lesní porosty nebo jen větší či menší skupiny stromů s ohledem na nebezpečí příbuzenského křížení (inbreeding), což by mohlo být patrné na potomstvu. Porost zařazený do rámce provenienčního výzkumu by měl být, analogicky jako porost uznávaný ke sklizni osiva, izolován od „minus“ porostů téže dřeviny. Určitý stupeň příbuzenského křížení je však u přirozených (původních) porostů pravděpodobný (např. pro smrk ztepilý a borovici lesní 5 až 10 % jedinců v potomstvu), nemusí však být tak vysoký u uměle založených porostů.

Věk porostů, z nichž se sklízí osivo pro účely provenienčního výzkumu, by měl obecně odpovídat zásadám platným pro uznávání porostů ke sklizni osiva. Jde o to, aby věk dovoloval posoudit v populaci produkci, jakost, zdravotní stav, případně jiné specifické vlastnosti, pokud jsou nebo mají být předmětem výzkumu.

Do provenienčního výzkumu se nezařazují přestárlé porosty s ohledem na to, že v těchto porostech může být produkováno osivo se sníženou životaschopností. Tyto skutečnosti by se mohly projevit zejména na sadebním materiálu v lesních školkách a mohly by event. i poněkud zkreslit výsledky pokusů charakteru časných testů. Sklizení osiva z přestárlých porostů se lze těžko vyhnout v případech, kdy je nutno do výzkumu zařazovat pokud možno dílčí autochtonní populace. A právě u četných přestárlých porostů je v současnosti větší pravděpodobnost původnosti než v mladších porostech pocházejících z období, kdy v podmínkách střední a západní Evropy převažovala obnova umělá.

Porosty, v nichž bylo sklíženo osivo pro založení provenienčních pokusů, je třeba zachovat pro případ, že se jejich potomstva v provenienčních pokusech osvědčí, aby mohly být využívány jako zdroj osiva. Z tohoto důvodu je zařazování přestárlých porostů do provenienčního výzkumu méně vhodné; je nutná jejich obnova v dohledné době, i když je možnost a vůle je dále zachovávat, jsou ve zvýšené míře s ohledem na věk a s tím spojené projevy (např. napadení některých stromů hnilobou aj.) ohroženy škodlivými vlivy prostředí.

Vedle toho, že porosty zařazené do provenienčního výzkumu by měly být udrženy až do zjištění konečných výsledků, je žádoucí, aby s využitím reprodukčního materiálu z těchto porostů byly založeny reproduktivní výsadby (semenné porosty). Tímto způsobem se více méně další vhodnou cestou zabezpečuje soubor genových zdrojů dílčích populací na sledovaných provenienčních výzkumných plochách. Vhodné množství sklizeného osiva dřevin (např. pro smrk, borovici a modřín 1 až 2 kg) je navíc vhodné a možné dlouhodobě skladovat v genové bance (bance lesního osiva).

Údaje o porostech, z nichž bylo sklízeno osivo pro účely provenienčního výzkumu, je třeba registrovat na vhodných tiskopisech. Volba vhodných formulářů je účelná, mimo jiné pro možnost snadného porovnání údajů jednotlivých proveniencí. Při popisu je třeba věnovat pozornost nejen údajům, které jsou vypisovány pro charakteristiku porostů v lesních hospodářských plánech, ale i informacím významným z hlediska provenienčního výzkumu a pro cíle, které výzkum sleduje.

Vedle údajů o lokalitě (majitel lesa, lesní správa, polesí, oddělení, porost) je třeba vhodně charakterizovat podmínky prostředí (zeměpisná délka, šířka, nadmořská výška, expozice, inklinace, průměrná roční teplota, roční úhrn srážek, event. příslušné údaje pro vegetační období, popř. jednotlivé měsíce, lesní oblast, vegetační lesní stupeň, lesní typ nebo soubor lesních typů, hospodářský soubor aj.).

Porost by měl být charakterizován především údaji obvyklými v popisu porostů, jako je plocha porostu, zastoupení dřevin, věk, způsob smíšení, další údaje podle dřevin (střední výška, střední výčetní tloušťka, objem středního kmene, bonita), dále zakmenění, zásoba podle dřevin celkem a na 1 ha. Dále je třeba výstižně popsat pěstební stav porostu, mimo jiné i jakost jednotlivých druhů dřevin, stabilitu, celkový zdravotní stav, případný stav a průběh přirozené obnovy, pokud obnova probíhá aj.

Osivo pro zakládání provenienčních pokusů se v některých případech získává od různých institucí (ústavy, semenářské závody, lesní závody) jako ucelený vzorek pro provenienci, v jiných případech se osivo specificky pro účely provenienčního výzkumu sklízí. V těchto případech je třeba charakterizovat stromy, z nichž se osivo pro účely provenienčního výzkumu sklízelo. Stromy se obvykle označí, např. číslováním, registruje se výška, výčetní tloušťka, habitus a dále v souladu s vlastnostmi jednotlivých druhů dřevin se mohou popsat další údaje (nasazení koruny, šířka koruny, tvárnost kmene, charakteristika zavětvení, borky aj.). Navíc je žádoucí charakterizovat, specificky v období fruktifikace, jež byla využita ke sklizni osiva pro provenienční výzkum, porosty některými dalšími údaji, které mohou nebo by mohly mít vliv na distribuci fenotypů v rámci dceřiné populace. Významná může být např. informace o mrazech během počátku fruktifikace. Tato skutečnost může mít za následek, že osivo bylo sklízeno pouze z pozdě kvetoucích jedinců, zatímco generativní orgány byly na časně kvetoucích jedincích mrazem zničeny nebo poškozeny. Sklizeň v roce bez pozdních mrazů naproti tomu může zaručit, že sklizní osiva bude zajištěna celá variační šířka proměnlivosti.

### 3.4.3 Způsob zajištění osiva

Optimální způsob sklizně osiva pro provenienční výzkum by měl být zajišťován za součinnosti a dohledu výzkumného pracoviště. Tento postup



lze využít v těch případech, je-li rozsah prací technicky zvládnutelný. Jedná-li se o velký počet proveniencí, což je obvyklé zejména v pokusech prvního kroku, je zakladatel pokusu často vázán na dodávky reprodukčního materiálu od různých institucí v tuzemsku a zahraničí a musí se spolehnout na serióznost instituce jak při způsobu sklizně, tak i na příslušnou dokumentaci o původu a další informace. Často je třeba sortiment materiálu pro založení pokusu s ohledem na fruktifikaci porostů shromažďovat po několik let, což je schůdné zejména u dřevin s drobnými, po řadu let skladovanými semeny.

Osivo je třeba přednostně sklízet v roce, kdy porosty dobře fruktifikují pokud možno v celé oblasti, která má být reprezentativními vzorky v pokusu zachycena. V letech slabých úrod by se osivo nemělo sklízet pro zvýšené riziko příbuzenského křížení (inzucht) a se zřetelem na výrazně zvýšené náklady na sklizeň. V letech slabých úrod nemusí být často pro některé žádoucí proveniencie osivo vůbec k dispozici.

Jak již bylo zmíněno, nepodaří se často zajistit v jediném roce osivo pro celý pokus a osivo některých proveniencí je proto třeba po jeden, případně i více let skladovat. Nevýhodou těchto postupů je různě dlouhá klidová perioda jednotlivých proveniencí ze sklizně běžného či minulého roku u proveniencí skladovaných kratší či delší dobu. Tento problém lze zpravidla eliminovat vhodnou předosevní přípravou. Osivo sklizené ve stejném porostu v různých letech může mít více méně odlišnou genetickou konstituci.

Sklizeň osiva se má omezovat na stromy úrovnově. Pokud se nesklízí osivo z velkého počtu stromů (zpravidla nikoli jen pro účely provenienčního výzkumu, ale např. pro přímé upotřebení v lesním provozu, pro dlouhodobé skladování aj.), pak je vhodné volit pro sklizeň stromy formou náhodného výběru, nebo podle určitého transektu tak, aby vzorky osiva byly pro dílčí populaci reprezentativní. Často se volí, zejména při obvyklých sklizních pro provozní účely, stromy předrůstavé, které velmi silně fruktifikují. Orientace převážně na stromy tohoto typu může ovlivnit nežádoucím způsobem reprezentativnost vzorku pro dílčí populaci.

Při sklizni je vhodné předem stanovit počet stromů, z nichž se bude osivo sklízet. Teoreticky je určitý dostatečný počet stromů potřebný pro reprezentaci populace závislý na stupni genetické proměnlivosti v populaci. Obvykle se považuje 30 až 50 stromů za dostatečný pro reprezentaci dílčí populace, jsou však případy, kdy počet stromů, z nichž bylo osivo sklizeno, byl i menší (např. pro založení pokusu IUFRO 1958/59 s modřínem se počet stromů sklizených v dílčí populaci pohyboval kolem 20). Osivo např. jen z deseti stromů nemusí pro charakteristiku dílčí populace postačovat.

Není žádoucí, aby se specificky v autochtonních porostech, vzniklých přirozenou obnovou, sklízelo na větším počtu vzájemně sousedících stromů.

Tato zásada je zvláště důležitá u dřevin s těžkými semeny (duby, buk) a u dřevin, které se vedle generativních procesů mohou rozmnožovat i vegetativně, např. z kořenových výstřelků (jilmy aj.). Sousední stromy v porostech tohoto typu mohou být geneticky příbuzné a v důsledku toho by osivo, reprezentující dílčí populaci, mohlo vykazovat zúženou genetickou variabilitu.

Velmi zřídka se v rámci provenienčního výzkumu sledují odděleně vedle proveniencí jako celku též potomstva jednotlivých stromů. Proto se obvykle po sklizni, případně po vylúštění, vytvoří průměrný vzorek reprezentující porost (díleční populaci) smíšením stejných hmotnostních množství osiva z jednotlivých stromů. Pokud jde o jehličnany, doporučuje se v zásadách, zpracovaných pracovní skupinou IUFRO (1964), smíšení stejného hmotnostního množství šišek.

Je žádoucí, aby se sklizeň osiva uskutečňovala za dohledu osoby určené výzkumným pracovištěm. Tato osoba musí zabezpečit, aby osivo pocházelo z označených stromů. Veškeré vzorky musí být vhodně označeny. Kontrola se musí vztahovat i na veškerou další manipulaci přes luštění, skladování, předosevní přípravu a vlastní výsev. V případě, že dojde k omylu, např. ztráta evidence aj., je nutno vzorek ze souboru vyloučit.

Sklizené osivo musí být tak skladováno a manipulováno, aby byla zachována veškerá klíčivá semena a aby během dalšího zpracování (luštění, čištění) nevznikaly ztráty. Stejně tak je třeba opatření k zamezení poškození během dopravy a skladování.

### **3.5 Plánování, zakládání a hodnocení provenienčních pokusů**

Většina lesních dřevin roste na větším či menším území, které je charakteristické variabilitou podmínek prostředí. S ohledem na tyto skutečnosti existují v rámci areálu dřevin více méně zřetelné gradienty změn ekologických podmínek (klíny). Výjimku představují ty druhy dřevin, jejichž areál je disjunktivní a jednotlivé areály bývají často zbytky (relikty) původního souvislého nebo souvislejšího rozšíření. Přírozený výběr vede u lesních dřevin ke vzniku genetického vzorce proměnlivosti, který odráží vzorec proměnlivosti prostředí a spolupůsobení evolučních sil.

Provenienční výzkum se v podstatě zabývá zkoumáním genetické proměnlivosti v souboru proveniencí určité lesní dřeviny, nemůže však vést k objasnění této variability. S tímto cílem jsou také zakládány a hodnoceny provenienční výzkumné plochy. V souvislosti s provenienčním výzkumem je obvyklé, že se zkoumají a hodnotí většinou průměrné ukazatele proveniencí, nikoli proměnlivost v rámci zkoumaných dílčích populací. Tyto cíle jsou předmětem testů potomstev. Význam proměnlivosti populací lesních

dřevin lze zkoumat jednak ve školkařských, jednak na výzkumných plochách založených v lesních porostech. Proto také postupy plánování, zakládání a hodnocení se vztahují na experimenty, zmíněné v předchozí kapitole, tj. na školkařské pokusy, dále krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé výzkumné plochy založené na lesní porostní půdě.

Cílem provenienčních pokusů je odhadnout nebo předpovědět produkci na daném stanovišti. Pokusné parcely musí být dostatečně veliké, aby se snížila chyba pokusu, která může vznikat v důsledku nestejně hustoty porostu, nehomogenních stanovištních podmínek a konkurenčními vztahy mezi jedinci vysazenými na ploše. Je pochopitelné, že vedle produkce biomasy a jejích elementů se sledují i další znaky a vlastnosti, jako je např. odolnost ke klimatickým vlivům, škodlivému hmyzu a chorobám. V některých případech mohou mít některé tyto znaky a vlastnosti prioritu v souladu s cíli, které založení výzkumných provenienčních ploch sleduje.

### 3.5.1 Homogenita stanoviště

Některé všeobecné základy pro volbu lokalit pro zakládání provenienčních a ostatních typů srovnávacích výzkumných ploch byly zmíněny v kapitole 3.3.1.2. V rámci této kapitoly je proto třeba zdůraznit, že stanoviště, na němž má být plocha založena, by mělo být co možná nejvíce homogenní, tak aby chyba pokusu, která zahrnuje mimo jiné i vlivy proměnlivosti stanoviště, byla co nejmenší.

Skupina výzkumných ploch, které obsahují stejné provenience, resp. obecně tytéž pokusné členy, představuje sérii pokusů. Stanoviště pro založení pokusné série mají být v souladu s cílem pokusu reprezentativní pro oblast, v níž se má druh dřeviny, která je předmětem výzkumu, ve větším či menším rozsahu pěstovat. Při zakládání výzkumných provenienčních ploch je tedy třeba uvažovat nejen genetická, ale i ekologická a pěstební hlediska.

Vhodné plánování, volba výzkumné plochy a celé soustavy v sérii má značný vliv na vzájemné interakce mezi genotypem a prostředím, resp. u populací mezi genetickou a ekologickou složkou proměnlivosti v souvislosti s reakcí proveniencí na různé poměry prostředí. Hledání vhodného stanoviště nebo souboru lokalit pro založení série výzkumných ploch by se proto mělo řídit mimo jiné snahou udržet chybu pokusu na úrovni co možná nejmenší.

Pokud možno homogenní stanoviště je pouze jedna z cest, jak udržovat chybu pokusu na nízké úrovni. Na chybě pokusu se podílí řada dalších příčin, které se mohou ve větší či menší míře projevovat i v různém věku a v různých fázích vývoje. Značný podíl na chybě pokusu může mít heterogenní sadební materiál na příklad v případech, kdy sazenice pro založení

pokusu nebyly pěstovány v jedné a téže školce, nebo je heterogenita tohoto materiálu důsledkem jiných příčin (např. nestejná hustota sazenic na záhonech či tabulích podmíněná různou vzcházivostí osiva aj.). Tyto skutečnosti mohou výrazně přispívat k chybě pokusu v časných stadiích vývoje na plochách. Dalším významným faktorem, který může ovlivňovat chybu pokusu, je konkurence, která se může projevovat na hranicích parcel mezi jednotlivými proveniencemi, a dále mezi jedinci (stromy) téže provenience uvnitř parcel, zejména po zapojení výsadby.

V současnosti existují postupy, které umožňují odhad variance, která je důsledkem nehomogenity stanovištních podmínek v pokusu, konkurenčních vlivů mezi proveniencemi na hranicích parcel a mezi jedinci téže provenience uvnitř parcely. Tyto metody, k nimž patří mimo jiné např. Smithův empirický zákon 1938 (ex elaborát IUFRO 1964), jsou vesměs založeny na principu kovariance nebo regresním počtu. Na základě výsledků analýzy kovariance nebo regresního počtu mezi hodnotami parcel v rámci bloku, nebo mezi veličinami stromů v rámci parcely lze naměřené základní veličiny, nebo určité veličiny vypočtené ze základních hodnot (např. průměry) rektifikovat a tím dospět ke spolehlivějším výsledkům. Praktickým příkladem aplikace těchto principů je např. eliminace chyby, která může v rámci provenienčního výzkumu vyplynout z toho, že počet jedinců na parcelách v rámci pokusu je značně rozdílný, a lze předpokládat, že tato skutečnost může výrazně ovlivnit některé veličiny, např. výškový, zejména však tloušťkový přírůst. V tomto případě se zkoumají analýzou kovariance vztahy mezi určitou biometrickou veličinou, např. průměrné výšky jedinců na parcele a počtem jedinců na parcelách. Na základě výpočtů lze pak výsledky analýzy zkoumaného materiálu korigovat. V rámci provenienčního výzkumu se zmíněné matematické metody používají spíše jen výjimečně, což dokumentuje velmi početná literatura dosud publikovaná převážně v časopisech zemí, kde je provenienční výzkum tématem vědecké práce. Praktické využití zmíněných metod je popsáno ve specifické literatuře, která zohledňuje skutečnost, že v běžných dostupných příručkách nebývá pojednání o těchto metodách zařazeno (např. HÜHN 1971, 1973, 1977, 1979 aj.).

Veškeré příčiny chyb v pokusech nelze odstranit, proto je žádoucí používat takové metody, které v rámci hodnocení umožní oddělení odhadu chyby pokusu od jiných příčin proměnlivosti. S ohledem na tyto nezbytné požadavky byla navržena a je používána řada metod a hodnocení „polních“ pokusů.

### 3.5.2 Metody zakládání pokusů

Metody pokusů, které byly navrženy zejména R. A. FISHEREM (1951) a jeho spolupracovníky, jsou velmi flexibilní a použitelné pro řešení velmi rozmanitých problémů, přestože jsou založeny na jednotných základních

principech. V rámci tohoto příspěvku budou charakterizovány metody, které se pro zakládání výzkumných provenienčních ploch, případně dalších porovnávacích ploch šlechtitelských, používají v lesním hospodářství ČR nejčastěji. Druhy pokusů lze teoreticky rozčlenit se zřetelem na jejich použitelnost.

Pro zkoumání jednoho faktoru při relativně malém počtu pokusných členů (asi do 25) se používá úplného blokového uspořádání. Do rámce této skupiny se zařazuje obvykle prosté blokové uspořádání, latinský čtverec a latinský obdélník.

Jestliže jde o zkoumání jednoho faktoru při velkém počtu pokusných členů, např. proveniencí, volí se metody s neúplnými bloky, a to metoda dvojitého mřížového uspořádání, vyvážená (balancovaná) mříž, mřížový čtverec. Další možné metody s neúplnými bloky, např. trojitá mříž, jsou se zřetelem na možnou výraznou redukci chyby pokusu výhodné, avšak složitější pro výpočet.

Jestliže se na ploše má zkoumat současně větší počet faktorů, např. provenience, různé varianty hnojení, různé spony aj., pak se volí faktoriální pokusné systémy uspořádání buď v blocích, ve formě latinského čtverce nebo obdélníku, nebo jako složitěji členěné pokusy, kdy je dílčí plocha (parcela) určitého faktoru rozdělena tak, aby se na vyčleněných částech mohl zkoumat ještě další faktor.

S ohledem na praktické aplikace v lesnickém provenienčním výzkumu bude věnována pozornost dvěma systémům, tj. blokovému uspořádání, které je při menším počtu pokusných členů nejčastěji používáno, a dále metodě dvojitého mřížového uspořádání, vhodné pro zkoumání většího počtu pokusných variant.

### 3.5.2.1 Metoda kompletního blokového uspořádání

Blokové uspořádání představuje nejjednodušší metodu. Pokusné členy, v našem případě provenience, jsou soustředěny do bloků a bloky lze libovolně opakovat. Každý blok tedy obsahuje všechny pokusné členy a odpovídá tedy jednomu opakování. Pokusné členy (provenience) se rozdělí do bloků náhodně. Rozdělení do bloků se realizuje obvykle na základě losování číselně nebo jinak označených pokusných členů. Pro tento účel lze vhodně použít i tabulek náhodných čísel (např. MUDRA 1952). Zakládaná výzkumná plocha je zpravidla souvislá, se všemi opakováními na jedné lokalitě. Pokud tento postup není možný, např. proto, že není k dispozici souvislá plocha dostatečné velikosti, lze experimentální výsadbu založit na dvou nebo více místech za předpokladu, že na každé lokalitě bude souvisle umístěno alespoň jedno celé opakování. Je žádoucí, aby jednotlivá opakování byla umís-

těna v nepříliš velké vzdálenosti a aby stanovištní (ekologické) podmínky na jednotlivých lokalitách byly shodné, nebo alespoň podobné. Zcela zásadní význam má požadavek, aby plocha každého opakování byla v maximální míře homogenní. Metoda blokového uspořádání se nejčastěji používá při zakládání provenienčních výzkumných ploch a v jiných šlechtitelských pokusech, pokud počet pokusných členů není příliš veliký. Je velmi flexibilní a může se přizpůsobit nejrůznějším problémům.

Parcely mohou být krátké, pro lesnické účely nejlépe čtvercové nebo obdélníkové s nepříliš velkou rozdílností délky stran. Spíše výjimečně mohou však být i dlouhé, jednořadové nebo víceřadové. Někdy mohou být dlouhé parcely výhodné z toho důvodu, že lze sledovat gradient půdní nestejnorodosti. Tento postup, který se v literatuře uvádí jako jedna z alternativ blokového uspořádání pokusu, by měl být spíše výjimkou s ohledem na to, že jedním ze zcela základních principů zakládání pokusů je požadavek ekologické (půdní) homogenity bloku.

Do kategorie pokusných variant orientovaných na hodnocení jednoho faktoru a malý počet pokusných členů patří vedle blokového uspořádání ještě latinský čtverec a latinský obdélník.

Zatímco při pokusech založených blokovým způsobem se dají rozdílnosti v půdních, případně i jiných podmínkách eliminovat pouze mezi bloky, umožňuje založení pokusné plochy v systému latinského čtverce eliminovat rozdíly i uvnitř bloků. Tato možnost vyplývá z toho, že pokusné členy jsou dvakrát seskupeny a to v řadách (blocích) a sloupcích. Takovéto uspořádání je možné pouze tehdy, když počet pokusných členů je stejný jako počet řádek a sloupců. Celkový počet dílčích ploch (parcel) je vždy čtverec určitého základního čísla. S ohledem na uvedené podmínky lze systém latinského čtverce aplikovat pouze na pokusy s malým počtem pokusných členů (např. 4 až 8). Při větším počtu pokusných členů by byl nutný značný počet opakování, což je náročný a pracný postup, a konečné výsledky nejsou úměrně přesnosti pokusu, které lze volbou systému latinského čtverce dosáhnout. S ohledem na tyto skutečnosti, a dále s ohledem na časté obtíže se získáním dostatečně velké a přitom stanovištně homogenní plochy, se v lesnictví metody latinského čtverce používá spíše jen výjimečně. Určité možnosti využití jsou v případech, kde se jedná o velmi malý počet pokusných členů, např. ve školkařských pokusech.

Jestliže je žádoucí, aby se i při pokusech s větším počtem členů zachoval princip latinského čtverce (eliminace nehomogenity seskupováním v řadách i sloupcích), lze použít metody latinského obdélníka. Způsob založení se od latinského čtverce odlišuje tím, že sloupce jsou tvořeny do šířky více parcelami a mohou být dvojitě, trojitě, případně vícenásobné.

Schematické uspořádání činí dojem, jakoby sloupce latinského čtverce byly rozděleny na 2, 3 případně i více částí a tyto složky umístěny vedle sebe jako dvojitý nebo vícenásobný sloupec. Podobně jako u latinského čtverce musí být také zde každý pokusný člen zařazen jednou v řadě a jednou ve sloupci. Pokusné členy musí být v řadách i sloupcích rozděleny náhodně. Stejně jako latinský čtverec, i latinský obdélník je systém, který se v lesnickém výzkumu používá spíše jen výjimečně.

S ohledem na uvedené skutečnosti se zakládání pokusů metodou latinského čtverce a latinského obdélníka blíže necharakterizuje a odkazuje se na příslušnou literaturu (MUDRA 1952, HRUBÝ, KONVIČKA 1954 aj.).

### 3.5.2.2 Metoda dvojitého mřížového uspořádání

Dvojitě mřížové uspořádání je nejjednodušší v systému výzkumných ploch vhodných pro sledování a zkoumání většího počtu pokusných variant. Počet pokusných členů musí být druhou mocninou určitého základního čísla. Charakteristickým znakem této metody, jakož i dalších postupů mřížového uspořádání, je používání neúplných bloků. Bloky neobsahují všechny pokusné členy, nýbrž jen jejich část, a tak rozdíly v podmínkách prostředí hlavně půdních mohou být zachyceny se stejnou přesností jako při kompletním blokovém uspořádání s malým počtem pokusných členů. Nevýhodou postupu je skutečnost, že počet pokusných členů je se zřetelem na systém založení pokusu stanoven a nelze jej volit podle rozsahu materiálu, který je k dispozici. V praxi dochází proto často k tomu, že sortiment proveniencí nebo jiných pokusných členů se musí omezit na počet, který představuje druhou mocninu nejvyššího čísla, která je v počtu disponibilních členů, určených pro výzkum, obsažena.

Jestliže se v systému dvojitě mříže celkový počet pokusných členů označí  $v$ , počet pokusných členů v bloku  $k$ , pak musí platit  $v = k^2$ . Pokud je pro pokus  $k$  k dispozici dostatečně velká plocha a pokud se počet pokusných členů nerovná druhé mocnině základního čísla, lze použít vyšší hodnoty základního čísla a chybějící členy nahradit tím, že do pokusu je zařazen určitý pokusný člen, pro který je  $k$  k dispozici dostatek sadebního materiálu. Tento postup byl v praxi vícekrát využit, např. pro zakládání výzkumných ploch modřinu s porosty z kontrolovaného křížení a volného sprášení.

Struktura dvojitě mříže je v zásadě velmi jednoduchá. Jestliže jde např. o 9 pokusných členů, které se mají na výzkumné ploše založené metodou dvojitě mříže zkoumat, rozdělí se pokusný materiál na 3 bloky po 3 pokusných členech. V prvním bloku jsou zastoupeny pokusné členy 1, 2, 3, ve druhém 4, 5, 6 a ve třetím 7, 8, 9. Tyto bloky tvoří první sadu dvojitě mříže. Ve druhé sadě jsou zahrnuty opět tři bloky, přičemž však blok 1 obsahuje

pokusné členy 1, 4, 7, druhý 2, 5, 8 a třetí 3, 6, 9. Tím jsou veškeré pokusné členy rozděleny do 6 bloků ve dvou základních sadách. Obdobně se postupuje při jiných variantách základního počtu pokusných členů, jako jsou  $4^2$ ,  $5^2$ ,  $6^2$  ....  $n^2$ .

Při sestavování plánu dvojité mříže se prakticky postupuje tak, že se čísla pokusných variant v počtu k řadí v první základní sadě vodorovně, ve druhé řadě pak svisle. Tento základní plán dvojité mříže ve dvou sadách lze pak libovolně opakovat, přičemž vedle toho, že pokusné členy jsou v rámci bloku náhodně uspořádány, je nutné, aby náhodně uspořádána byla i opakování. Pouze v prvním opakování se zpravidla zachovává pořadí podle základního označení jednotlivých pokusných variant.

S ohledem na většinou omezené výměry disponibilních ploch pro zakládání lesnických šlechtitelských pokusů a se zřetelem na velmi pravděpodobnou stanovištní, zejména půdní nestejnorodost těchto ploch, se v praxi nejčastěji používá čtyř opakování, resp. dvou opakování obou základních sad dvojité mříže.

Z celého většího souboru dalších metod, které mají charakter mřížového uspořádání, se ve šlechtitelské praxi v zemědělství používá nejčastěji metody vyvážené (balancované) mříže a metody mřížového čtverce. Metoda vyvážené mříže je podobná metodě dvojité mříže, avšak odlišuje se tím, že pokusné členy, které jsou v rámci první sady sestavené v blocích, jsou rozděleny na různé bloky, avšak tak, aby každý pokusný člen připadl v každém bloku vždy do souboru s jinými členy.

Mřížový čtverec je latinský čtverec s neúplnými bloky (řadami) a neúplnými sloupci, který je umožňuje zachytit a z celkové variance odečíst také podíly, které připadají na rozdíly uvnitř neúplných bloků.

Uvedené dvě poslední metody zakládání pokusů jsou charakterizovány v dostupné literatuře (MUDRA 1952, FISHER 1948 aj.). V lesnickém genetickém a šlechtitelském výzkumnictví se tyto metody prakticky nepoužívají. Alespoň zatím nebyl v dostupné domácí a zahraniční literatuře zaznamenán případ aplikace těchto metod. Jsou známy z lesnické literatury případy použití trojitě mříže, aniž by však tato metoda byla v dostupné literatuře po stránce metodické vyčerpávajícím způsobem charakterizována.

### 3.5.3 Velikost parcel

V lesnických šlechtitelských pokusech, kde se sleduje dlouhodobě produkce a ostatní ukazatele, které mají s produkcí souvislost, je třeba volit velikost parcel podle zkoumaného druhu dřeviny a jejich vlastností, hlavně charakteru růstu, s přihlédnutím k předpokládané době pozorování. STERN (1964) navrhuje výměry parcely 200 až 500 m<sup>2</sup>. Jedná-li se o pozorování



vysloveně dlouhodobé a jestliže má být na parcelách s dostatečnou spolehlivostí hodnocena objemová produkce, jsou navrhovány výměry parcel až 0,1 ha. Např. ve II. mezinárodním provenienčním pokusu s modřínem série IUFRO 1958/59 jsou pro základní výzkumné plochy voleny parcely o rozměrech 28 x 28 m = 0,0784 ha. Jestliže je produkce (např. objemová vyjádřena v m<sup>3</sup>) korelována s některými jednoduchými veličinami, např. výškou, je podle názoru některých autorů (IUFRO 1964) možné výrazně zredukovat velikost parcel a někdy i celkovou dobu pokusu. V těchto případech může instituce, resp. pracovníci, kteří se zabývají provenienčním výzkumem, využít svých, většinou omezených technických a dalších možností k tomu, aby byl založen větší počet experimentálních výsadeb s větším počtem proveniencí a na širším spektru stanovišť.

Při volbě velikosti parcel se někdy vychází z představy žádoucího minimálního počtu jedinců na parcele a podle tohoto počtu se volí přepočtem odpovídající velikost parcely v období zakončení pokusu. V lesnických pokusech je nutno uvažovat vždy počet stromů v období, resp. ve věku, kdy má být plocha naposledy vyhodnocena. V obecných kalkulacích se vychází zpravidla z představy, že náhodný výběr jedinců by měl být tak veliký, aby se vypočtený aritmetický průměr výběrového souboru nelišil od základního souboru žádoucí veličinou (např. o určitý zlomek aritmetického průměru). Pro orientační výpočet je třeba na základě zkušeností odhadnout pravděpodobnou hodnotu aritmetického průměru a od průměru odvodit směrodatnou odchylku souboru. Podle zkušeností se v lesnických pokusech na výzkumných plochách směrodatná odchylka, např. u výšek, což je znak nejčastěji sledovaný, může pohybovat např. v mezích 10 až 25 % aritmetického průměru. Současně je třeba stanovit žádoucí maximální diferenci od aritmetického průměru základního souboru  $\Delta$  a dále spolehlivost pokusu (např. 95 nebo 99 %), resp. předpokládanou chybu pokusu, např. 5 % nebo 1 %. Pro výpočet potřebného počtu jedinců pro pokus, v našem případě počtu na parcele, lze použít vzorce

$$n = \frac{t^2 \cdot \delta^2}{\Delta^2},$$

kde  $n$  je žádoucí počet jedinců výběrového souboru,

$t$  je hodnota  $t$ -testu pro  $n = \infty$ ,

$\delta$  – odhadnutá směrodatná odchylka,

$\Delta$  – žádoucí maximální diference aritmetického průměru výběrového souboru od aritmetického průměru souboru základního (LINDER 1945).

V provenienčních a jiných srovnávacích pokusech je však situace komplikovaná mimo jiné tím, že v rámci systému založení výzkumné plochy

jsou parcely s určitou proveniencí (pokusným členem) zpravidla několikrát opakovány, takže v rámci celé plochy je pro určitý pokusný člen pro hodnocení k dispozici úplný soubor jedinců z několika parcel.

V provenienčních pokusech prvního kroku se zpravidla nesleduje získání konkrétní informace o možné absolutní produkci. Jde spíše o to, získat představu o relativních rozdílech mezi proveniencemi a možnost sestavit pořadí zkoumaných proveniencí. Tyto poznatky se zpravidla získávají měřením výšek, event. i výčetních tloušťek nebo obvodů kmene ve výčetní výšce. Pro tyto účely zpravidla stačí volba menších parcel s úměrně malým počtem jedinců na parcelách. V těchto případech se uvažuje často s 25 až 100 jedinci na parcele. Na základě tohoto počtu a sponu, resp. rozstupu sazenic při výsadbě, je odvozena velikost parcel. Např. v rámci založení mezinárodního provenienčního pokusu s bukem se uvažuje s velikostí parcel 10 x 10 m a s výsadbou buku ve sponu 2 x 1 m. V tomto případě se tedy umísťuje na jedné parcele přibližně 50 sazenic. Tento metodický postup se ve VÚLHM Jíloviště-Strnady osvědčil při zakládání řady provenienčních a jiných výsadeb (např. série ověřovacích ploch se smrkem ztepilým z r. 1985 až 1988).

Extrémní případ, použitý v rámci lesnického výzkumu, představují parcely tvořené jedním stromem (sazenicí). Tento postup byl použit pro založení inventarizačního pokusu se smrkem ztepilým 1976/77, který obsahuje celkem 1 100 proveniencí. Tento postup vyžaduje specifickou metodu hodnocení. Odpadá proměnlivost uvnitř parcel, problémy vznikají při úhynu sazenic, jelikož úhyn v tomto případě představuje ztrátu parcely.

Pro pokusné výsadby, které mají být pozorovány asi do poloviny obmýtní doby, tedy střednědobé, se při dostatečném počtu opakování volí parcely od 0,02 až 0,05 ha, zatímco pro pokusy dlouhodobé by dolní hranici velikosti parcely měla představovat výměra asi 0,1 ha. Při této výměře lze počítat s tím, že v závěrečné fázi pokusu, tj. ve stáří nepříliš vzdálenému hospodářskému věku (době obmýtní), by mělo na parcele růst ještě asi 20 až 50 jedinců, což je počet, který je z hlediska produkce, ale i zásad matematicko-statistického hodnocení ještě postačitelý.

Dostatečná velikost parcel je žádoucí zejména v těch případech, kdy se počítá s tím, že okrajové stromy na parcelách nebudou předmětem hodnocení. Při tomto postupu se eliminuje okrajový efekt parcel (pokud není parcela obsázena okrajovým pásem) a uvnitř plochy pak konkurenční vlivy proveniencí na okraji parcel. Výrazně se sníží chyba pokusu, ovšem za cenu, že předmětem hodnocení bude jen část stromů na parcele, tedy pouze stromy z vnitřních částí parcel.

V současném provenienčním výzkumu a při zakládání ostatních typů srovnávacích šlechtitelských ploch se zpravidla počítá se zařazením „standardních proveniencí“ do sortimentu pokusu. V některých případech se doporučuje, aby do sortimentu pokusu byl „standard“ nebo „standardy“ zařazeny nikoli jako jeden, nýbrž jako větší počet pokusných členů. Jde např. o takový počet, který odpovídá druhé odmocnině z celkového počtu pokusných členů (IUFRO 1964). V této souvislosti však je upozorňováno na některé nevýhody tohoto postupu, jako je např. nutnost zvýšit celkovou rozlohu výzkumné plochy, nebo určité problémy při početním hodnocení výsledků měření a ostatních pozorování.

Z hlediska šlechtitelské praxe jsou rozdíly mezi proveniencemi, které jsou řádově nižší než 5 % (především u produkce objemové) málo zajímavé s ohledem na to, že zkoumané provenience nelze exaktně reprodukovat a navíc jsou v praxi používány na jiných stanovištích, často více méně odlišných od stanovištních podmínek výzkumné plochy. Z toho vyplývá, že je třeba volit systém zakládání výzkumných ploch, mimo jiné zejména i počet opakování. Velký počet opakování může velmi výrazně zvýšit přesnost pokusu, resp. omezit hodnotu zbytkové variance, vyžaduje však úměrné zvětšení velikosti výzkumné plochy, velký počet sadebního materiálu. Proto se při zakládání výzkumných dlouhodobých ploch s velkými parcelami omezuje počet opakování zpravidla na 4, někdy pouze na 3. Jestliže jde o krátkodobé pokusy s malými parcelami, je obvyklý větší počet opakování, např. 6, popřípadě i více. Pokusy s parcelami, které představují pouze jednu sazenici, musí být vícekrát opakovány (např. v mezinárodním inventarizačním pokusu se smrkem IUFRO 1964/68 – 25krát).

### 3.5.4 Hodnocení provenienčních pokusů

#### 3.5.4.1 Pokusy v kompletním náhodném blokovém uspořádání

Výsledky jednotlivého pokusu v náhodném blokovém uspořádání mají poskytnout zakladateli a hodnotiteli pokusu představu o budoucím chování proveniencí na podobném stanovišti. Biometrický model hodnocení je dán v tomto případě rovnicí

$$Y_{ij} = \mu + p_i + b_j + e_{ij},$$

kde

$Y_{ij}$  – představuje konkrétní hodnotu na parcele pro  $i$ -tou provenienci v  $j$ -tém bloku,

$\mu$  – je průměr,

$p_i$  – efekt provenience ve vztahu k  $\mu$ ,

$b_j$  – efekt  $j$ -tého bloku ve vztahu k  $\mu$ ,

$e_{ij}$  – představuje náhodnou odchylku parcely (chybu pokusu).

Data získaná z měření a dalšího hodnocení lze hodnotit analýzou variance se dvěma příčinami proměnlivosti podle tohoto modelu:

Příčina proměnlivosti	Stupně volnosti	Očekávané hodnoty průměrů čtverců
provenience	$p - 1$	$V_E + b V_p$
bloky	$b - 1$	$V_E + p \cdot V_b$
chyba pokusu	$(P - 1) \cdot (b - 1)$	$V_E$

$V_E$  představuje hodnotu variance připadající na chybu pokusu v důsledku heterogenity stanovištních podmínek a jiných příčin chyb,  $V_p$  je komponenta variance na základě rozdílů mezi proveniencemi a  $V_b$  komponenta variance na základě rozdílů mezi poměrnými hodnotami jednotlivých bloků. Hodnoty  $p$  a  $b$  se vztahují na počty proveniencí, resp. bloků.

Pro posuzovatele je žádoucí získat informace o spolehlivosti pokusu. Mírou spolehlivosti je opakovatelnost (heritabilita) pokusu vyjádřená vzorcem

$$h^2 = \frac{V_p}{V_p + \frac{V_E}{b}}$$

Hodnota  $h^2$  by neměla být menší než 0,7.

V praxi může docházet k tomu, že hodnota  $h^2$  může pro různé veličiny, které byly na proveniencích zjišťovány, nabývat různých hodnot. Hodnoty jsou např. různé pro výšky, výčetní tloušťky a další znaky kvantitativní a kvalitativní povahy. Jako směrodatná pro posouzení spolehlivosti pokusu by měla být uvažována hodnota (opakovatelnost) znaku, který je z hlediska významu pro hodnocení zkoumaných proveniencí považován za nejvýznamnější.

Jakmile je určen soubor zkoumaných proveniencí, pak hodnota variance připadající na proveniencie, tj.  $V_p$ , představuje fixní parametr a existují pouze dvě cesty, jak zvýšit přesnost pokusu, tj. hodnotu veličiny  $h^2$ . Výraz  $V_E/b$  se dá manipulovat buďto zvýšením hodnoty  $b$ , tj. počtu bloků resp. opakování, a poklesem hodnoty  $V_E$ , tj. ukazatele chyby pokusu. Nízká hodnota  $V_E$  vyplývá z volby průměrné velikosti parcel, vhodného uspořádání parcel a bloků. Ve výnosových pokusech ovlivňuje interakce mezi parcelami úvahy o velikosti parcel, resp. o délkách jejich obvodu. Izolační pásy mezi jednotlivými parcelami, jakož i obsazení celé výzkumné plochy okrajovými pásy mohou snížit podíl chyby, vyplývající z interakce mezi parcelami a z okrajového efektu.

Jak již bylo zmíněno, má se řídit velikost parcel v provenienčních pokusech cílem pokusu a dobou, po kterou má pokus probíhat. Podle některých autorů se má v pokusech orientovaných na hodnocení objemové produkce řídit velikost parcel podle výšky stromů, která se očekává na konci časového období pokusu. V této souvislosti by měla kvadratická parcela mít délku strany rovnou přibližně průměrné výšce porostů ve věku, který odpovídá obmýtní době. V mnohých případech je objemová produkce velmi těsně korelována s jednotlivými, přímo měřitelnými veličinami, např. výška, popř. výčetní tloušťka. V těchto případech, kdy se jedná o nepřímé hodnocení produkce na základě elementárních veličin, může být velikost parcel menší (návrh IUFRO 1964).

### 3.5.4.2 Pokusy v systému dvojité mříže

Hodnocení pokusů založených v mřížovém uspořádání, v našem případě v systému dvojité mříže, je složitější než hodnocení pokusů ve znárodněných kompletních blocích. Vzhledem k tomu, že neúplné bloky neobsahují všechny pokusné členy (provenience), je variance připadající na bloky podmíněna nejen rozdílností v podmínkách prostředí (hlavně rozdílností půdních podmínek), ale také rozdílností mezi pokusnými členy. Jestliže se má konkretizovat a od celkové variance odečíst podíl variance připadající na bloky, je třeba vyloučit podíl variance připadající v rámci bloků na rozdíly mezi pokusnými členy. Na druhé straně je třeba korigovat variance připadající na pokusné členy (provenience) vzhledem k tomu, že provenience jsou v rámci jednoho a téhož opakování rozděleny na různé bloky.

Analýza variance pokusu v mřížovém uspořádání se proto uskuteční podle tohoto schématu:

Příčina proměnlivosti	Počet stupňů volnosti
celková	$r \cdot k^2 - 1$
opakování	$r - 1$
provenience	$k^2 - 1$
bloky – komponenta a	$2(p - 1)(k - 1)$
bloky – komponenta b	$2(k - 1)$
bloky celkem	$r(k - 1)$
chyba pokusu	$(k - 1) \cdot (rk - k - 1)$

$r$  – počet opakování,

$k$  – základní číslo dvojité mříže, resp. druhá odmocnina z počtu zkoumaných proveniencí,

$p$  – počet opakování základního plánu (ve dvojité mříži  $p = 2$ ).

Součty čtverců pro provenience, opakování a celkem se vypočtou obvyklým způsobem. Výpočet součtu čtverců pro bloky je složitější s ohledem na to, že je třeba získat varianci pro bloky, která je zbavena vlivů rozdílů proveniencí (pokusných členů). Vychází se přitom z této úvahy: Jestliže jde o hodnoty pro bloky, které obsahují stejné provenience, pak jsou rozdíly způsobeny rozdílností půdních podmínek. Varianci připadající na tyto rozdíly prostředí (půdy) získáme z diferencí mezi hodnotou bloků, které obsahují stejné provenience. Variance představují v tomto případě komponentu a – tj. korigovaná bloková variance. V případě, že hodnoty bloků, které obsahují tytéž provenience, jsou stejné, pak lze konstatovat, že mezi těmito bloky neexistují žádné rozdílnosti v půdních podmínkách a komponenta se musí v tomto případě rovnat nule. Komponenta b představuje podíl variance, který připadá na rozdíly mezi bloky, které neobsahují pokusné členy (provenience). Komponenty se počítají podle těchto vzorců:

$$a = \frac{S D^2}{2 k} - \frac{S D_x^2 + S D_y^2}{2 k^2}, \quad b = \frac{S C^2}{r \cdot k} - \frac{S C_x^2 + S C_y^2}{r \cdot k^2},$$

příčemž

D = diference mezi součty jednoho blokového páru a

C = diference mezi dvojnásobkem součtu blokového páru a celkovou sumou hodnot (např. výška) proveniencí, které jsou v tomto bloku zastoupeny.

Vlastní konkrétní postup výpočtu, včetně hodnoty F–testu na základě korigovaných součtů čtverců, je uveden v dostupné literatuře (MUDRA 1952, HRUBÝ, KONVIČKA 1954, ŠINDELÁŘ 1974).

V případě, že hodnota F-testu pro provenience je statisticky významná, následuje v případě potřeby stanovení statistické signifikance rozdílů mezi jednotlivými zkoumanými variantami, v našem případě mezi proveniencemi. V příručkách, které jsou k dispozici (MUDRA 1952, HRUBÝ, KONVIČKA 1954), se tento výpočet prováděl na základě t-testu, resp. výpočtu mezních diferencí pro příslušné stupně pravděpodobnosti chyby ( $p = 0,05$ ,  $p = 0,01$ , event. i  $p = 0,001$ ). Jednotlivé provenience lze pak rozřadit i do skupin (např. podle stupně statistické významnosti od průměru pokusu).

S ohledem na to, že existují dokonalejší metody pro hodnocení diferencí, např. mnohonásobný pořadový test Duncanův, který se v současnosti užívá, byl navržen postup aplikace této metody (Duncanova testu) i na dvojitou mříž (ŠINDELÁŘ 1974).

Hodnocení výzkumných ploch zakládaných v mřížovém uspořádání je obtížnější. Vznikají problémy zvláště tehdy, když chybějí parcely

v důsledku vyhynutí, nebo silného poškození. Proto se velmi často i výzkumné plochy založené v mřížovém uspořádání s kompletními opakováními hodnotí zjednodušeným způsobem a to jako plochy v náhodném kompletním blokovém uspořádání (kap. 3.5.4.1).

### 3.5.4.3 Hodnocení série výzkumných provenienčních ploch

Jak již bylo zmíněno, výzkumné provenienční a jiné srovnávací zvláště střednědobé a dlouhodobé plochy se většinou zakládají ve formě menších či větších řad (sérií) na různých lokalitách. Cílem tohoto postupu je získat informace o vlivu lokalit (různých podmínek prostředí) a interakce lokalita x provenience a tím o předpokladech adaptace jednotlivých zkoumaných dílčích populací na různé ekologické poměry. Výsledků lze mimo jiné využít pro zpracování návrhů ekologické rajonizace zkoumaných proveniencí. To vyžaduje nejen hodnocení jednotlivých ploch, nýbrž celých sérií ploch.

Nejjednodušší případ představuje ortogonální série, která je charakteristická tím, že na všech lokalitách jsou zastoupeny tytéž provenience, jsou vysazeny ve stejném počtu opakování a plochy jsou založeny na základě stejných metodických postupů. Pro tyto plochy byl také využit tentýž zalesňovací materiál a výsadba se uskutečnila ve stejném roce. Jde tedy o plochy, které jsou v pravém smyslu paralelní v prostoru i čase.

Teoretická struktura analýzy variance takovýchto ortogonálních sérií je v případě, že zanedbáme varianci mezi bloky, tato:

Příčina proměnlivosti	Stupně volnosti	Očekávané hodnoty průměrných čtverců
provenience	$P - 1$	$V_E + b \cdot V_{pxl} + bl \cdot V_p$
lokality	$l - 1$	$V_E + b \cdot V_{pxl} + b \cdot p V_l$
provenience x lokality	$(P - 1) \cdot (l - 1)$	$V_E + b \cdot V_{pxl}$
chyba pokusu	$l(p - 1) \cdot (b - 1)$	$/ V_E$

přičemž  $p$  – počet proveniencí,  $b$  – počet bloků,  $l$  - počet lokalit.

Opakovatelnost nebo-li heritabilita se dá odhadnout na základě tohoto vztahu:

$$h^2 = \frac{V_p}{V_p + V_{pxl} + V_E/b \cdot l}$$

Čím je větší počet stanovišť a opakování na lokalitě, tím více se hodnota zlomku blíží 1. Dále i snížení průměrné zbytkové variance  $V_E$  vede k vyšší hodnotě  $h^2$ . Pokud variance pro interakci dosahuje významnějších hodnot, je možné v případě potřeby zvýšit přesnost pokusu (zvýšení hodnoty  $h^2$ )

zvýšením počtu lokalit. Možnosti manipulace s opakováními a volbou počtu lokalit jsou ovšem omezeny požadavkem, aby byla dosažena dostatečná přesnost nejen v rámci celého pokusu, ale i na každé jednotlivé lokalitě. Je žádoucí, aby každá jednotlivá výzkumná plocha poskytla na základě vyhodnocení jasnou představu o hodnotě každé proveniencce na dané lokalitě. Nutno dále zdůraznit, že při rozdělení pokusu na větší počet dílčích ploch na různých lokalitách nesmí být zaměňována variance připadající na chybu pokusu v rámci jedné lokality s variancí připadající na interakci mezi proveniencemi a lokalitou.

Založením většího počtu dílčích pokusů na různých lokalitách jen s omezeným počtem opakování v rámci jednotlivé výzkumné plochy lze získat zpravidla více informací než tehdy, když se omezí lokality a na jednotlivých místech se zakládají plochy s větším počtem opakování. Zvýšení počtu lokalit zajišťuje rovněž větší bezpečnost pokusu, jelikož případné kalamity, např. lesní požár, nemusí v tomto případě zničit celý pokus.

V některých případech je vhodné vysázet při založení pokusu na všech, nebo alespoň na jedné nebo několika vybraných lokalitách jedno nebo více opakování navíc. Na těchto dodatkových částech plochy, které nejsou zahrnovány do hodnocení, je možno realizovat specifická pozorování, která by jinak mohla srovnatelnost v pokuse narušit. Může jít např. o odběry vzorků pro specifický biochemický výzkum, vzorky pro zkoumání vlastností dřeva, kořenové systémy aj.

Pokud jde o hodnocení interakcí mezi proveniencemi a lokalitami, existují různé metody interpretace. Jeden model může představovat např. náhodné odchylky kombinací proveniencí a lokalit od celkového průměru (po odečtení lineárních efektů proveniencí a stanovišť). Druhý model pro interpretaci variance připadající na interakci představuje model regrese. Mezi rozdíly jednotlivých lokalit a středními diferencemi proveniencí od těchto rozdíly mohou totiž existovat korelační vztahy. Případně mohou existovat střední diference proveniencí od průměru pokusu v korelaci s určitými ekologickými proměnnými jednotlivých lokalit.

Každá série výzkumných ploch, resp. program pro založení této série představuje velmi často kompromis, který musí vzít v úvahu počet disponibilních sazenic pro pokus se zvláštním zřetelem na provenienci s nejmenším počtem sazenic, počet lokalit, které jsou k dispozici, disponibilní plochy na jednotlivých lokalitách, požadavky na přesnost pokusu a dále kapacitu pracoviště z hlediska zakládání a pozdějšího hodnocení ploch, disponibilní finanční prostředky aj. Vlastní založení jednotlivých ploch se zřetelem na flexibilitu jak blokových, tak mřížových uspořádání lze většinou vždy vhodně přizpůsobit specifickým vlastnostem stanovištních podmínek lokali-



ty. Lze např. na ploše vynechat lokalitu s extrémně mělkou půdou, nebo se stagnující vodou aj. Nutno však dbát na to, aby stanovištní podmínky v rámci bloku ať již kompletního, nebo neúplného byly, pokud možno, co nejvíce homogenní.

### 3.5.5 Výsledky provenienčních pokusů

Základem hodnocení výzkumných provenienčních ploch, resp. každé provenience zastoupené na výzkumné ploše, je kvantita a kvalita dřeva produkovaného na jednotce plochy. Objemovou produkci na parcele lze zpravidla s dostatečnou spolehlivostí stanovit pouze tehdy, jestliže jsou parcely dostatečně velké, na parcele je v době měření a hodnocení dostatečný počet jedinců. V jiných případech, zvláště jde-li o pokusy založené s malými parcelami a jde-li o hodnocení v mladých vývojových stádiích, usuzuje se na produkci na základě zjišťovaných a hodnocených elementů produkce, jako je výška a výčetní tloušťka.

Kvalita je kategorie, která není jednotná, ale skládá se z řady elementů, které mohou být různé podle jednotlivých druhů dřevin, a rovněž význam prvků může být různý. K těmto prvkům patří, jak již bylo zmíněno v kapitole 3.3.2.6, přímost (tvárnost) kmene, točitost, tloušťka větví, spádnost kmene aj.

Z hlediska perspektivy pěstování má značný, mnohdy zcela rozhodující význam zdravotní stav zkoumané provenience, odolnost k různým škodlivým vlivům prostředí. Může představovat podle podmínek, druhu dřeviny, různá spektra znaků a vlastností spojených s větší či menší tolerancí nebo odolností k různým faktorům (např. doba a rytmus rašení, odolnost k mrazům, suchu, hmyzu, chorobám atd.).

Všechny uvedené znaky jsou zpravidla v první fázi předmětem samostatného hodnocení. Avšak pro celkové zkoumané pokusné varianty se zpravidla uvažují vedle objemové produkce současně i některé z dalších zmíněných a jiných znaků a vlastností (jakost, odolnost), které teprve v syntéze mohou vystihnout hodnotu zkoumaného materiálu.

Pro hodnocení materiálu určeného k šlechtění lesních dřevin se používá selekčních indexů při zařazení většího počtu prvků do hodnotícího procesu. Selekční index je nepojmenované číslo, umožňující porovnání jedinců nebo jejich souborů (proveniencí) na základě společné srovnávací základny. Výpočet selekčních indexů je možný několika způsoby. Základem jsou koeficienty dědivosti a relativní ekonomická váha každého z uvažovaných znaků, event. i korelace těchto znaků vzájemně. Selekční index je možno v obecné rovině zapsat (ROD et al. 1982) takto:

$$I = a \cdot A' + b \cdot B' + C \cdot C'$$

přičemž a, b, c jsou koeficienty dědivosti, velká písmena představují relativní ekonomickou váhu těchto znaků.

Pro výpočet se používá standardizovaných hodnot znaků, které lze vypočítat podle vztahu:

$$x_i = \frac{x_p - x_c}{s},$$

přičemž

$x_p$  – představuje průměrnou hodnotu zkoumané provenience,

$x_c$  – průměrnou hodnotu celého pokusu,

s – směrodatnou odchylku celého pokusu.

Vedle uvedených veličin mohou celkovou hodnotu zkoumaného materiálu ovlivnit v různé míře i výrobní náklady, případně tržní ceny produkované biomasy, které nemusí být v prostoru a čase konstantní.

Metody selekčního indexu bylo v modifikované formě použito např. při hodnocení série výzkumných ověřovacích ploch s borovicí lesní (ŠINDELÁŘ 1991). V tomto případě se pro hodnocení uvažovaly tyto znaky a vlastnosti: výška, výčetní tloušťka, index tvárnosti kmene, index tloušťky větví, index zdravotního stavu. Neuvažovala se biomasa na jednotku plochy s ohledem na relativně mladý věk výsadby (17 let) a relativně malé parcely (7 x 7 m).

## 4. Ověřování (testování) porostů uznaných ke sklizni osiva a semenných sadů metodou srovnávacích výsadeb

Srovnávací výsadby potomstev jednotek uznaných ke sklizni osiva a semenných sadů lze považovat za specifický případ prakticky orientovaného provenienčního pokusu. Jednotky, které se ověřují, představují dílčí populace (jednotky uznané ke sklizni osiva) nebo umělé syntetické populace (semenné sady), které se v praxi lesního hospodářství za uznané jednotky specifického typu považují. Ověřovací výsadby mají přinést další informace významné z hlediska způsobu dalšího využívání reprodukčního materiálu z uznaných porostů a semenných sadů.

### 4.1 Cíle, objekty a principy ověřování

Cílem ověřování dílčích populací lesních dřevin uznaných ke sklizni osiva a semenných sadů je získat informace o geneticky podmíněné proměnlivosti hospodářsky významných znaků a vlastností těchto populací. Ověřování je základem pro možnou následnou selekci dílčích populací na genetické úrovni a pro zařazení nejhodnotnějších dílčích populací a sadů do kategorie uznaných jednotek E (elitních). Ověřují se uznané porosty kate-

gorie A a dosud neověřené semenné sady. Každý porost kategorie A, výjimečně i kategorie B, a semenný sad se považuje za jednotku (pokusný člen – element) v rámci ověřovacích prací. Reprodukční materiál pro ověřování musí být řádně definován a blíže charakterizován (původ, složení, ekologické podmínky). U semenných sadů musí být uvedeno klonové složení a způsob rozmístění klonů.

Semenné sady modřínu opadavého a borovice lesní a listnáčů s drobnými semeny se ověřují v souladu se zásadami stanovenými ve Směrnících z r. 1988 od věku 10 let, semenné sady smrku ztepilého, douglasky tisolisté, event. jedle bělokoré, buku lesního a dubů od 15 let. Tento postup, resp. doporučení vyplývá z toho, že je žádoucí, aby pro ověřovací účely bylo použito osivo z takových sadů, které plně fruktifikují. Jedině v tomto případě je možno považovat sklizeň osiva v době dobré úrody za reprezentativní pro semenný sad. Osivo, pokud bylo sklizeno v nižším věku, resp. v ranějším vývojovém stadiu sadu, se může vyznačovat sníženou genetickou proměnlivostí s ohledem na to, že v mladém věku do 10, resp. 15 let, většinou v sadech fruktifikují jen některé klony.

Osivo k testování v sadech by mělo být sklizeno v letech dobré úrody a sklizeň provedena postupy, které zajišťují získání reprezentativních vzorků. Teoreticky optimální řešení spočívá v tom, že se sklídí šišky (plody) podle jednotlivých klonů a získaný materiál se smísí tak, aby každý klon byl v celkovém vzorku zastoupen stejným hmotnostním množstvím. Sadební materiál má být pěstován stejným způsobem a ve stejných ekologických podmínkách tak, aby byla zajištěna srovnatelnost.

## **4.2 Zásady zakládání, uspořádání a hodnocení ověřovacích pokusů**

Ověřovací plochy se plánují a zakládají po metodické stránce analogicky jako výzkumné provenienční plochy. V souladu s cílem ověřování obsahují ověřovací výzkumné plochy zpravidla menší počet zkoumaných jednotek. Až dosud založené výzkumné ověřovací plochy s modřínem opadavým a olší lepkavou představují soubory s 25 jednotkami, stejně tak i plochy se smrkem ztepilým, založené v r. 1973. Rozsáhlá série ploch se smrkem z r. 1985 až 1988 obsahuje potomstva 53 uznaných jednotek. Výjimku představuje soubor ploch s borovicí lesní, kde je zastoupeno celkem 100 uznaných jednotek. Tato plocha má však do určité míry charakter provenienční s ohledem na to, že jsou zařazena i potomstva jednotek ze Slovenska a dále proto, že výzkum sleduje mimo jiné i cíl získat informace o proměnlivosti populací borovice lesní na celém území bývalé Československé republiky.

Výzkumné ověřovací plochy se zakládají převážně jako střednědobé, aby je bylo možno hodnotit asi do doby, která odpovídá polovině hospodářského obmýtí. Tomuto postupu je přízpůsobována i velikost parcel (rozměry 10 x 10 až 20 x 20 m) obvykle s 25 až 100 sazenicemi na parcele.

Ověřovací plochy se zakládají analogicky jako plochy provenienční v kompletních blocích v případě, že je počet zkoumaných variant malý, nebo ve formě mřížového uspořádání při větším počtu pokusných členů. Základní experimentální jednotka (parcely) musí obsahovat, jak bylo zmíněno, postačitelny počet jedinců, aby mohly být vyhodnocovány všechny významné znaky a vlastnosti.

Jako kritérium pro posouzení hodnoty uznaných jednotek a semenných sadů je nutno použít jednoho nebo většího počtu uznaných porovnávacích standardů. Standardy jsou u ověřovacích ploch nezbytné a nezastupitelné se zřetelem na cíl, který se zakládáním a hodnocením ověřovacích ploch sleduje.

Ověřovací plochy se zakládají obvykle jako série (soustavy) několika ploch v různých ekologických podmínkách, v nichž pěstování potomstev zkoumaných uznaných jednotek nebo semenných sadů přichází v úvahu. Informace ze soustavy ploch, zejména údaje o interakcích mezi zkoumanými jednotkami a prostředím, mají představovat významný podklad pro rozhodování o rajonizaci zkoumaného materiálu.

Biotechnická opatření na ověřovacích plochách (ošetřování, ochrana, výchova aj.) musí být analogicky jako na výzkumných provenienčních plochách realizována stejným způsobem tak, aby byla zabezpečena srovnatelnost výsledků.

### 4.3 Sledované znaky

Na ověřovacích plochách se sledují tyto znaky a vlastnosti: identita zkoumaného materiálu, produkce, adaptační schopnost a odolnost ke škodlivým vlivům prostředí.

Cílem identifikace je popis morfologických, event. anatomických, fyziologických, biochemických a genetických znaků, které jsou charakteristické pro druhy dřeviny, případně nižší jednotky (poddruh, varieta, ekotyp, klon). Vedle toho je možno registrovat další identifikační znaky, které mohou charakterizovat původ zkoumaného materiálu.

Soubor znaků a vlastností nutných pro charakteristiku produkční schopnosti představují tato měření na jednotlivých stromech: výška, výčetní tloušťka, objem stromu v hrubí nebo celkový objem nadzemní (stromový, nebo kmenový). V případě, že došlo k zapojení porostu a měření výšek je spojeno se značnými obtížemi, lze výšková měření omezit pouze na menší

počet reprezentativních jedinců s kruhovou základnou, která se blíží kruhové základně středního kmene.

Jedním z ukazatelů pro adaptační schopnost zkoumaných potomstev uznaných jednotek (semenných sadů) je procentuální podíl přežívajících jedinců. Jestliže jsou zřetelné příčiny odumírání, je třeba je zaznamenat. Pokud se realizují výchovné zásahy, je třeba registrovat počet a základní biometrické veličiny odstraněných jedinců. Pokud se vyskytnou jiné symptomy, které umožňují činit závěry v oblasti adaptační schopnosti (např. nadměrná náchylnost k chorobám, nebo určité chorobě, neuspokojivý růst, časná fruktifikace aj.), je třeba je zaznamenat. První šetření na ploše se má uskutečnit mezi první a druhou vegetační dobou výsadeb na ploše. V rámci tohoto šetření mají být zachyceny vlivy, které nejsou podmíněny adaptační schopností (např. vlivy počasí, způsob výsadby aj.).

Jako základ pro posouzení rezistence se registrují projevy chorob a intenzita symptomů onemocnění, výskyt škodlivých organismů a účinky škodlivých vlivů abiotické povahy. Tato pozorování se mají vícekrát opakovat.

Dodatečně lze zkoumat ještě další znaky a vlastnosti zejména: vlastnosti dřeva, hustota, podíl pozdního dřeva, délka vláken, podíl jádrového dřeva, obsah vody ve dřevě a další anatomické a technologické vlastnosti. Předmětem zájmu a sledování mohou být u některých druhů dřevin (např. borovice lesní, modřín opadavý, listnaté dřeviny) morfologické vlastnosti kmene a koruny (přímot – tvárnost kmene, sbíhavost kmene, točitost kmene, forma koruny, morfologické utváření větví).

Sledované znaky a vlastnosti se hodnotí standardními metodami matematicko-statistické analýzy. Každá sledovaná vlastnost se hodnotí samostatně a při syntéze se posuzuje, v souladu s vahou, kterou má pro sledovaný cíl (viz kap. 3.5.5).

Podobně jako provenienční plochy se ověřovací výsadby měří, klasifikují a hodnotí zpravidla v pětiletých intervalech. První hodnocení zpravidla ve věku 5 let má zcela orientační charakter; informace, které vyplynuly z hodnocení ve věku 10, příp. 15 let mohou být pokládány za předběžné. Mohou však být základem prozatímního schválení jednotek, jejichž potomstva se osvědčují, a uvažovány jako ověřené (elitní). Výsledky tohoto hodnocení, případně jiného časného testu, musí být přezkoumány v intervalu 5 až 10 let a buď potvrzeny, nebo změněny.

#### **4.4 Návrhy na uznání ověřovaných jednotek za ověřené (elitní)**

Na základě výsledků hodnocení se dílčí populace, které se nejlépe osvědčily, navrhují k zařazení do souboru uznaných ověřených jednotek (E). V návrzích, které zpracovává vesměs výzkumné pracoviště, je třeba doložit zejména tyto skutečnosti:

- Výsledky testů musí být ve formě číselných údajů.
- Rozdíl v absolutních a relativních hodnotách je třeba vyjádřit, pokud možno, jako genetický zisk vzhledem ke srovnávacímu standardu.
- Statisticky významný, ekonomicky efektivní rozdíl (95% úroveň spolehlivosti pokusu) musí být v srovnání se standardy prokázán nejméně u jedné hospodářsky významné vlastnosti.
- Musí být podána konkrétní informace, zda existují jakékoli sledované, ekonomicky významné vlastnosti, jejichž úroveň je statisticky významně nižší než vlastnosti standardu (standardů). Má-li být materiál jako ověřený uznán, musí být prokázáno, že jejich účinky jsou vyváženy jinými příznivými vlastnostmi.
- Mají být navrženy oblasti (ekologické podmínky), pro které se ověřený (elitní) materiál navrhuje k využití (rajonizace).
- V dokladové zprávě musí být informace o jakýchkoli škodách abiotických a biotických, které během pokusu postihly testovaný materiál a to i tehdy, když tyto škody nebyly předmětem hodnocení.

Ověřování porostů kategorie A a semenných sadů plánuje a organizuje v rámci resortního pověření Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti a jeho příslušná detašovaná pracoviště ve spolupráci s lesnickou praxí, event. s orgány hospodářské úpravy lesů.

## **5. Ověřování klonových směsí z autovegetativního množení metodou srovnávacích výsadeb**

### **5.1 Všechny dřeviny a mezidruhové kříženci s výjimkou topolů**

Výchozím materiálem jsou směsi sazenic z autovegetativního množení řízkovanci nebo kulturami in vitro. Minimální počet klonů ve směsi je podle podmínek 20 až 200. Klony obsažené ve směsi musí být jednotlivě popsány, označeny a zkoumány. Popis klonu má obsahovat, pokud možno, údaje o původu porostu, v němž byl klon pro autovegetativní množení vyhledán. Podle podmínek je třeba udat i pohlaví jedinců (pro jasany, topoly aj.). V případě, že jde o klon, který je výsledkem šlechtění, je třeba udat původ, charakteristiku mateřských stromů, případně i způsob křížení, pokud přichází v úvahu, a event. i jméno šlechtitele. Pro srovnávací zkoušky směsí klonů je třeba využít pouze takového reprodukčního materiálu, který je vybrán ze souboru jedinců klonů jako reprezentativní náhodný vzorek. Pro klonové odrůdy, které jsou předmětem zkoušek, je třeba pro výsadby na větších plochách minimálně 100 klonů, pro dřeviny, které se vysazují jako klonové směsi jen na malých plochách pak nejméně 20 klonů. Před započítáním zkoušky má být materiál adjustován tak, aby ve směsi byl stejný podíl klonů.

Pokud se klonová směs jako odrůda osvědčí ve srovnání se standardem zařazeným do pokusu, lze ji označit jako jednotku uznanou, ověřenou (E). Pro celkové posouzení hospodářské hodnoty odrůdy (směs klonů) jsou směrodatná biometrická měření a hodnocení ve věku 10 let. Pěstování klonových směsí jako uznaných jednotek se povoluje zpravidla na dobu 10 let. Po tomto období se klonová směs (odrůda) přezkoumá zejména z hlediska zastoupení žádoucího počtu klonů ve směsi a zdravotního stavu. V případě kladných výsledků je možno používání posuzované směsi jako uznané jednotky kategorie E prodloužit na dalších 10 let.

Odrůda z autovegetativního množení (směs klonů) se může zařazovat do ověřovacích výsadeb jako pokusný člen spolu s dalšími odrůdami z autovegetativního množení, ale i s potomstvy porostů uznaných ke sklizni osiva nebo s potomstvy semenných sadů. Zásadním předpokladem pro uznání výsledků ověřování je zařazení jedné nebo více standardních populací. Hodnota odrůdy z autovegetativního množení se posuzuje, obdobně jako potomstva jiného původu, vždy na základě konfrontace s porovnávacím standardem (standardy).

## 5.2 Druhy rodu *Populus*

U topolů je potřebné věnovat specifickou pozornost sledování identity, produkce a registrace s ohledem na značnou proměnlivost klonů a odrůd jak v identifikačních znacích, tak v produkci a odolnosti ke škodlivým vlivům prostředí. Proto se doporučuje ke znakům uvedeným pro ověřovací srovnávací výsadby v kapitole 4.3 sledovat navíc tyto znaky a vlastnosti:

- Na sazenicích ve věku do 8 let je vhodné na plochách sledovat morfologické znaky listů hlavního letorostu během a na konci vegetační periody, případně jiné morfologické a další znaky na kmínku, větvích aj.
- Na sazenicích starších 8 let, kdy jsou již růstové a další vlastnosti do značné míry vyhraněny, je třeba, specificky u klonů nebo odrůd tvořených jedním klonem, sledovat habitus, šířku koruny, tvárnost kmene, fototropické reakce, morfologické vlastnosti listů na dobře osvětlených větvích v korunách.
- Pokud jde o růstové vlastnosti, je třeba již na materiálu, který je pěstován v lesních školkách s určením pro ověřovací výsadby, sledovat u jednotlivých sazenic výšky a tloušťky ve výšce 0,5 m, u sazenic starších než 1 rok pak ve výšce 1 m. Při výsadbách na výzkumných plochách je třeba uvádět vždy věk sazenic, odděleně pro kořenovou část a část nadzemní. Současně je třeba registrovat veškerá biotechnická opatření v souvislosti se zakládáním a dalším obhospodařováním ověřovacích ploch (příprava půdy, hnojení, vyvětvování, fyto-sanitární opatření aj.).

- Při posuzování rezistence srovnávacích ověřovacích výsadeb je třeba sledovat mimo jiné odolnost k rakovině topolů (*Xanthomonas populi*), pokud je tato charakteristika významná pro jednotlivé klony z hlediska jejich příslušnosti k jednotlivým sekcím rodu *Populus*.
- Při sledování vlastností dřeva je vhodné registrovat i barvu dřeva, případnou odlupčivost a dále sklon k tvorbě adventivních letorostů (vlků).

Ověřovací výsadby topolů (populeta) se svými specifickými vlastnostmi i způsobem zakládání do značné míry odlišují od ověřovacích výsadeb. S ohledem na velmi rychlý růst topolů v mládí je třeba výsadby zakládat ve volných sponech např. čtvercových 3 až 6 m podle stanovištních podmínek, vlastností odrůd aj. Tyto výsadby k ověřování odrůd topolů mají značné nároky na plochu. V případě, že se jedná o zkoušky odrůd tvořených jedním klonem, lze zakládat parcely s relativně malým počtem jedinců na parcele, protože jedinci vysazení na parcele jsou po stránce genetické identičtí. V tomto případě pak rozdíl variance, připadající na proměnlivost uvnitř parcel, je dán pouze případnou nestejnorodostí půdních podmínek na parcele a chybou pokusu. Počet opakování je třeba volit se zřetelem na proměnlivost ekologických podmínek na ploše a na požadovanou přesnost pokusu.

Rychlý růst topolů vyžaduje každoroční měření výšek a flouštěk. Výsledky hodnocení je možné u ověřovacích výsadeb s topoly považovat za směrodatné podle podmínek a cílů pokusů již obvykle ve věku 5 až 10 let po výsadbě.

Výkonnost odrůd topolů se hodnotí porovnáním s vhodně zvoleným standardem. Jako standard může být zvolena vhodná, dobře charakterizovaná odrůda v podmínkách, kde je ověřovací výsadba založena, již delší dobu pěstovaná, případně jiná standardní odrůda, stanovená pro celé území České republiky nebo její část (např. pro určitou lesní oblast nebo větší počet lesních oblastí). V ČR není zatím pro topoly navržena žádná vhodná standardní odrůda. Jako pomocné porovnávací kritérium lze, nejsou-li jiné možnosti, zvolit průměr pokusu.

Obdobně jako u syntetických odrůd lesních dřevin z autovegetativních množení mimo topoly (kap. 5.1) se odrůdy topolů, které se osvědčily, uznávají a povolují k pěstování zpravidla na 10 let. Po deseti letech se odrůda přezkoumává se zvláštním zřetelem ke zdravotnímu stavu a pokud vyhovuje, lze povolit pěstování na dalších 10 let.

Jestliže se topoly sekce *Leuce* množí a pěstují jako materiál generativního původu, pak se ověřovací výsadby zakládají a hodnotí jako pro ostatní dřeviny, pěstované ze semene (kap. 4).



## 6 Ověřování výběrových stromů testy potomstev, zejména metodami srovnávacích výsadeb

### 6.1 Cíl práce

Cíl ověřovacích prací je získání informací o fenotypové a geneticky podmíněné proměnlivosti hospodářsky významných znaků a vlastností výběrových stromů. Ověřovací práce jsou základem pro následnou selekci stromů (klonů) pro zakládání semenných ověřených (elitních) sadů, případně pro další účely prakticky orientovaného šlechtění lesních dřevin.

Základní metody pro hodnocení výběrových stromů jsou tyto:

- kontrola fenotypu v lesních porostech v souvislosti s výběrem stromu pro šlechtitelské účely
- klonové zkoušky
- porovnání potomstev výběrových stromů z volného sprášení
- porovnání potomstev z kontrolovaného křížení

Materiál pro klonové zkoušky (roubovance) se získá odběrem roubů z výběrových stromů a jejich naroubováním na vhodné podnože.

Osivo pro vypěstování sazenic jako základ srovnávacích zkoušek potomstev z volného sprášení se sklízí buď na výběrových stromech, nebo se šišky (plody) sklídí v založeném semenném sadu. Kontrolované křížení za účelem získání osiva pro ověřovací účely se uskutečňuje v semenných sadech nebo klonových archivech. K získání informací o geneticky podmíněných vlastnostech výběrových stromů je možno využít přímo i klonových archivů a semenných sadů.

Na ověřovacích (testovacích) plochách se registrují (měřením, okulárním hodnocením, odběrem vzorků a jejich hodnocením) a hodnotí znaky, které jsou významné pro dřevinu a cíle, které selekce sleduje. Postupuje se diferencovaně podle typu plochy a informací, které lze na ploše příslušného typu získat.

Jako kritérium pro posouzení a selekci testovaných výběrových stromů na základě hodnocení potomstev se používá vhodné standardní populace (potomstva uznané jednotky v souladu se seznamem standardů stanovených a vyhlášených pro území ČR). Standardní populace je vhodné zařadit nikoli přímo do systému srovnávací výsadby, ale jako parcely akcesorické mimo systém. Jinak by mohly vzniknout problémy při hodnocení ověřovacích ploch v důsledku toho, že standard není bezprostředně pro hodnocení kompatibilní s vlastními členy pokusu. Standard představuje, jak bylo řečeno, obvykle potomstvo populace – uznané jednotky, zatímco vlastními členy ověřovací výsadby jsou potomstva jednotlivých stromů. Problémy by vznikaly např. při kalkulaci genetických parametrů (heritabilita aj.). Podle potře-

by a cíle je možno použít jako kritéria pro hodnocení a selekci i průměr pokusu, není-li možný jiný vhodnější postup.

## 6.2 Metodické postupy ověřování

Po stránce metodické se výzkumné plochy k ověřování geneticky podmíněných znaků a vlastností zakládají analogicky jako výzkumné provenienční plochy. Zakládají se často jako školkařské pokusy a jako krátkodobé „polní“ pokusy. Doba pozorování je relativně krátká, 10 až 20 let. Pro šlechtitelské účely, specificky pro zakládání semenných sadů 2. generace a pro jiné práce teoretického i praktického charakteru je třeba získat výsledky poměrně rychle, tak aby mohly být v dalších pracích využity. V pokusech většinou nejde o to získat absolutní informace o potenciální produkční schopnosti, ale pouze o pořadí a dále o stupni diferencí od určitého zvoleného standardu nebo od průměru pokusu. Z kvantitativních znaků se proto sledují většinou jen základní elementy objemové produkce, výška a výčetní tloušťka. Na výzkumných plochách založených generativním materiálem – ze semen – jsou vedle výšky a výčetní tloušťky velmi významnými ukazateli jakosti produkce (tvárnost kmene, ovětvení) a zdravotní stav. Značnou pozornost je třeba věnovat fenologickým projevům zkoumaného materiálu. V této souvislosti nejde např. jen o dobu rašení (časnost) z hlediska odolnosti k pozdním mrazům, prolepis, celkovou délku vegetační doby, ale i o fenologii reprodukčních procesů, jako je doba kvetení. Tento znak je zvláště významný z hlediska využití ověřovaných klonů v semenných sadech. V sadech je volba vhodných klonů z hlediska časového průběhu fruktifikačního procesu důležitá. Je třeba určité přibližné synchronizace tak, aby byla zabezpečena možnost křížového opylování všech klonů zastoupených v semenném sadu. Fenologické projevy, pokud jde o fruktifikaci, se sledují v klonových zkouškách, zakládaných výsadbou roubovanců. Určité využitelné informace o časovém průběhu kvetení lze získat i v klonových archivech, případně semenných sadech, pokud obsahují klony, které jsou předmětem ověřování.

Při ověřování výběrových stromů z populací často geograficky relativně dosti vzdálených je možno se zřetelem na to, že jde většinou jen o ověřovací krátkodobé plochy, a se zřetelem na to, že předpokládaná geneticky podmíněná proměnlivost bývá někdy menší, než je tomu v provenienčních a ověřovacích pokusech, volit menší parcely s omezeným počtem vysazených jedinců. Zpravidla se vystačí, diferencovaně podle dřevin, cílů ověřování, s parcelami o rozměrech 10 x 10 m s výsadbou 20 až 50 jedinců na parcele. V některých případech, zvláště jde-li o ověřovací materiál, pro který je k dispozici relativně málo sazenic (např. z mezidruhového křížení), sníží se počet jedinců vysazených na parcele, např. jen na 16 nebo 9. Pro klo-

nové zkoušky se volí velmi malý počet jedinců na parcele. Lze využít i parcel s jedním jedincem.

Počet opakování se volí především se zřetelem na cíl pokusu, požadovanou přesnost pokusu, proměnlivost plochy zvolené pro výsadbu a podle disponibilního sadebního materiálu. Obdobně jako pro provenienční a ověřovací pokusy se pro ověřování výběrových stromů z možného spektra zakládání pokusů volí většinou buď kompletní blokové uspořádání, nebo dvojité mříž.

I ověřovací výsadby pro výběrové stromy se zakládají vesměs jako série, avšak počet lokalit se volí zpravidla menší, než je obvyklé v provenienčních a ověřovacích pokusech. U výběrových stromů totiž zpravidla nejde o zjištění, v jakých ekologických podmínkách potomstva uspokojivě rostou, ale o pochopení využitelnosti stromů v semenných sadech a případném dalším šlechtění. Ekovalence, resp. adaptační schopnost se zpravidla posuzuje až v kolektivu, jehož je výběrový strom součástí, tj. při ověřování semenných sadů jako celku.

Výjimku mohou představovat plochy k ověřování výsledků mezidruhové hybridizace. V tomto případě je důležité zjišťovat, v jakých ekologických podmínkách se efekt mezidruhového křížení, tj. očekávaná heteroze, může výrazně projevit. Plochy s potomstvy mezidruhových kříženců se spíše výjimečně zakládají i jako střednědobé experimenty tak, aby se dalo sledovat, jak se očekávaný heterózní efekt v populaci s věkem mění a zda je vůbec vhodné a efektivní o metodě mezidruhové hybridizace v systému šlechtitelských postupů týkajících se určitého rodu uvažovat.

### **6.3 Selektce výběrových stromů a kontrola fenotypu**

Výběrové stromy jsou výsledkem individuálního výběru v dílčí populaci (porostu) na základě fenotypových znaků se zaměřením na splnění šlechtitelského cíle. Podle povahy se rozeznávají výběrové stromy s vysokým objemem, s vysokou jakostí, případně výběrové stromy se specifickými vlastnostmi (např. svalcové břízy, očkové javory, stromy vyznačující se jinými cennými vlastnostmi aj.).

Výběr stromů se uskutečňuje zpravidla podle směrníc, které mohou mít různý stupeň závaznosti a jsou orientovány hlavně na stromy, které se mají využívat v semenných sadech. Pro šlechtitelské účely se vyhledávají stromy, které odpovídají požadavkům, které vyplývají z cíle šlechtitelských prací. Jako výběrové se většinou volí stromy v porostech středního věku a starších, kde lze předpokládat, že specifické znaky a vlastnosti jedinců se již výrazně mohly projevit (např. ŠINDELÁŘ 1967, 1969).

Podle obvyklých charakteristik ekologických poměrů porostů, v nichž je strom vybírán, a charakteristiky porostu samotného se podrobně popisují

i stromy. Sledují se zejména tyto veličiny a údaje: výčetní tloušťka, výška, objem (hroubí, event. kmenový nebo stromový), délka koruny, šířka koruny, morfologické vlastnosti kmene, zejména tvárnost (přímost), plnodřevnost, točitost a další morfologické znaky koruny (postavení větví 1. řádu, tloušťka větví), dále typ borky, tloušťka borky, podle podmínek i další ukazatele (např. u smrku ztepilého na základě vývrtů podíl pozdního dřeva, délka vláken, objemová hmotnost dřeva).

V praxi některých zemí nebo výzkumných pracovišť se porovnávají výběrové stromy podle znaků a vlastností s určitým počtem, např. s pěti nejbližší stojícími úroňovými stromy, případně stromy předrůstavými, event. s pěti nejhmotnatějšími stromy, které byly vybrány na pokusné ploše, např. kruhové o poloměru 10 m, která byla kolem výběrového stromu založena. Výběrový strom se pak charakterizuje poměrnými čísly, vztaženými k porovnávacím stromům.

Tento postup relativního posuzování na základě srovnávacích stromů není v ČR v lesnickém výzkumu a šlechtitelské praxi zaveden. Postup má mimo jiné výhodu, že charakteristik výběrových stromů na základě relativních srovnávacích veličin lze použít ke kalkulaci heritability na základě korelačních vztahů mezi rodičovskými stromy a potomstvy.

## 6.4 Klonové zkoušky

Klonové zkoušky jsou výsadby, v nichž se vlastnosti a znaky výběrových stromů ověřují klonovými potomstvy, tj. sazenicemi získanými roubováním. Tento způsob se volí z toho důvodu, že stromy starší, zejména středního a vyššího věku, nelze uspokojivě reprodukovat potomstvy z autovegetativního množení, protože řízky odebrané ze stromů tohoto věku obtížně zakořeňují. Tato skutečnost platí do určité míry i pro starší a staré jedince topolů a vrb. Klonových zkoušek zakládaných z roubovanců se také někdy používá z toho důvodu, že výběrové stromy se jako roubovanci budou prakticky používat v semenných sadech. Pokud se podaří zakořenit řízky ze starých nebo starších stromů, mohou sazenice s ohledem na věk stromu („stadijní stáří“) vykazovat pomalý růst, nebo některé jiné morfologické, případně fyziologické znaky a vlastnosti, které nemusí být pro celkové hodnocení stromu dostatečně charakteristické.

Naproti tomu sazenice vyrobené roubováním mohou vykazovat v důsledku fyziologické interakce podnože a roubu rovněž některé vlastnosti, které nemusí být pro hodnocení výběrového stromu typické. Jde zejména o některé kvantitativní ukazatele, jako je výškový růst, tloušťkový růst, tvárnost kmene aj. Klonové zkoušky založené výsadbou roubovanců se proto hodí pro ověřování pouze některých znaků a vlastností, zejména těch, které

jsou charakteristické značnou heritabilitou a pro znaky, které se nedědí polygenně.

Pomocí klonových zkoušek a to ještě diferencovaně podle dřevin, se dá posuzovat např. u borovice lesní habitus koruny, hustota koruny, délka jehlic, postavení větví 1. řádu aj. Do určité míry platí totéž pro smrk ztepilý, méně zřetelné jsou tyto znaky u modřínu opadavého. Klonové zkoušky se dále dobře hodí pro ověřování některých fyziologických znaků a vlastností, např. časnosti rašení a dále znaků a vlastností generativních orgánů (např. velikost a barva samičích šištic u jehličnanů), velikost (délka, hmotnost) šišky, morfologické vlastnosti šišek a některé vlastnosti osiva (absolutní hmotnost aj.) - (ŠINDELÁŘ 1969, 1970, 1972). Tyto znaky lze sledovat, většinou však nikoli exaktně hodnotit i v klonových archivech a semenných sadech.

Jako příklad uvádíme postup hodnocení klonové zkoušky, která je založena v kompletním blokovém uspořádání s tím, že počet jedinců na parcele je 1, nebo se uvažují jako vstupní data pro analýzu průměrné hodnoty vypočtené pro soubor jedinců rostoucích na parcele klonu. Analýza se uskutečňuje podle jednoduchého modelu, který je uveden již v kapitole 3.5.4.1.

Příčina proměnlivosti	Počet stupňů volnosti	Odhad průměrných efektů
klony	$k - 1$	$V_E + b \cdot V_K$
bloky	$b - 1$	$V_E + k \cdot V_B$
chyba pokusu	$(k - 1) \cdot (b - 1)$	$V_E$
celková	$kb - 1$	

$V_K$  představuje komponentu variance pro klony,  $V_B$  komponentu variance pro bloky,  $V_E$  variance pro chybu pokusu včetně interakce klony x bloky,  $k$  počet klonů,  $b$  počet bloků.

Dědivost v širším smyslu se počítá podle obvyklého vzorce

$$h_2 = \frac{V_K}{V_K + V_E/b}$$

Vlivy topophysis, cyklophysis, případně periphysis (vliv místa odběru roubů na stromě z hlediska polohy i stáří, vliv podnože) mohou být tak silné, že efekt dědičné podmíněné složky mohou do značné míry překrýt. Navíc informace o dědivosti v širším smyslu informuje pouze o tom, do jaké míry je určitá vlastnost nebo znak podmíněna dědičně, nikoli však o tom, jakým způsobem se přenáší na potomstvo.

Pro malou vypovídací schopnost se klonových zkoušek ve šlechtění lesních dřevin, pokud jde o klonová potomstva z roubovanců, používá spíše jen

výjimečně. Informace, které se týkají fruktifikace se alespoň pro základní hrubou orientaci získávají často pozorováním v klonových archivech nebo semenných sadech.

## 6.5 Zkoušky výběrových stromů potomstvy z kontrolovaného křížení

Efektivní a proto ve šlechtění lesních dřevin nejčastěji používanou metodou ověřování výběrových stromů jsou testy potomstev z kontrolovaného křížení. Z celého spektra teoreticky možných metod přichází v úvahu metoda „topcross“, kdy se mateřští rodičovští partneři kříží pylem pouze jednoho testového klonu, dále metoda „polycross“, kdy se každý mateřský jedinec kříží směsí pylu z definovaného počtu otcovských jedinců.

Nejvíce informací lze získat testováním potomstev z úplného dialelního křížení, kdy se v rámci souboru stromů (klonů), které jsou předmětem ověřování, kříží každý jedinec s každým dalším v kolektivu, přičemž se realizují i reciproká křížení ve všech kombinacích. Metoda úplného dialelního křížení je velmi pracná, vyžaduje značné náklady a velké plochy pro výsadby. Navíc bývá plán pokusu často narušován tím, že některé kombinace křížení nejsou úspěšné buď vůbec, nebo se získá jen malé množství osiva, které nestačí pro založení výsadeb podle připravené metodiky. S ohledem na tyto skutečnosti existuje celá řada modifikací, např. metoda dialelního křížení bez reciprokových kombinací a samoopylení, dále různé postupy faktoriálního křížení (PAULE 1992 aj.).

V praxi se často používá metoda „testerů“ v různých modifikacích. Při pracích VÚLHM se osvědčila metoda  $n_1 \times n_2$  série, která počítá s tím, že veškeré mateřské klony, které mají být zkoumány, budou opylovány určitým počtem vybraných testových klonů. Při pracích ve VÚLHM se používalo 4 testových klonů. Neuvažují se reciproká křížení, ani samoopylení.

Při tomto pokusu  $n_1 \times n_2$  série lze hodnotit experimentální výsadbu založenou v úplném uspořádání analýzou variance podle tohoto zjednodušeného modelu (ŠINDELÁŘ 1967, ex WRIGHT 1962):

Příčina proměnlivosti	Počet stup. volnosti	Odhad prům. efektů
M – mateřské klony	$m - 1$	$V_0 + rV_{mp} + p \cdot V_{mr} + p \cdot r \cdot V_m$
P – otcovské test. klony	$p - 1$	$V_0 + rV_{mp} + m \cdot V_p \cdot r + mr V_p$
R – opakování	$r - 1$	$V_0 + p \cdot V_{mr} + mV_{pr} + mp V_r$
M x P interakce	$(m - 1) \cdot (p - 1)$	$V_0 + r \cdot V_{mp}$
chyba pokusu	zbytek	$V_0$
celková	$m \cdot p \cdot r - 1$	

$V_m$  představuje průměrný efekt mateřských (ověřovaných) klonů,  $V_p$  – průměrný efekt testových (otcovských) klonů,  $V_r$  – průměrný efekt opakování,  $V_{mr}$ ,  $V_{pr}$ ,  $V_{mp}$  – efekty příslušných interakcí,  $V_o$  je variance experimentální chyby,  $m$  – je počet mateřských klonů,  $p$  – počet otcovských klonů,  $r$  – počet opakování.

Při kalkulaci heritability se vychází z toho, že celkovou genetickou varianci představuje hodnota  $V_m + V_p + V_{mp}$ , zatímco aditivní genetická variance je dána součtem  $V_m + V_p$ . Variance vnějších negenetických faktorů je vyjádřena zbytkovou variancí dělenou počtem opakování, tedy  $V_o/r$  (WRIGHT 1962). Z těchto předpokladů pak vyplývají pro stanovení heritability tyto vztahy:

$$\text{heritabilita v širším smyslu } h^2SL = \frac{V_m + V_p + V_{mp}}{V_m + V_p + V_{mp} + V_o/r}$$

$$\text{heritabilita v užším smyslu } h^2SS = \frac{V_m + V_p}{V_m + V_p + V_{mp} + V_o/r}$$

Příslušné veličiny pro dosažení do uvedených vzorců se vypočítají řešením pěti lineárních rovnic na základě výsledků analýzy variance podle výše uvedeného modelu. Na základě vypočtené hodnoty heritability v užším smyslu, která platí pro populaci, lze vypočítat heritabilitu pro diference mezi jednotlivými individui

$$h^2_i = \frac{h^2_{ss} (n - 1)}{1 + r_g (h^2_{ss} + n - 1)},$$

přičemž

$n$  – je počet jedinců v rámci kombinace,

$r_g$  – je hodnota genetické korelace, která má hodnotu 0,50,

$h^2_{i1}$  – je heritabilita pro individuum (jednotlivý strom) v rámci ověřovací výzkumné plochy (WRIGHT 1962).

Heritability individuálních diferencí lze užít jako ukazatele pro úvahy o možnostech další selekce v  $F_1$  generaci, tj. využití nejlepších fenotypů (WRIGHT 1962).

Ověřování výběrových stromů pomocí potomstev z kontrolovaného křížení přináší nejvíce informací o vlastnostech výběrových stromů, zejména poznatků o perspektivách využití pro další šlechtění. Má však současně některé nevýhody. Křížení přímo na stojících výběrových stromech je obtížné z technického hlediska, pracnosti, bezpečnosti práce a finančních nákladů. V některých případech, jedná-li se o stromy rostoucí na různých více méně vzdálených lokalitách, je práce velmi ztížena a někdy ani není prakticky realizovatelná. Výhodné je křížení v klonových archivech a semenných

sadech. Je však spojeno s časovým prodlením. Archiv nebo sad je nutno nejprve založit a pak čekat menší nebo větší počet let, až roubovanci budou v dostatečné míře kvést.

## 6.6 Kombinační schopnost ověřovaných klonů

Kritériem pro šlechtitelské hodnocení ověřovaných klonů, pokud jde o kvantitativní znaky, je všeobecná a specifická kombinační schopnost. STERN (1958) rozumí pod pojmem všeobecná kombinační schopnost vlastnost zkoumané linie nebo klonu dosáhnout téhož kvantitativního efektu bez ohledu na rodičovského partnera. Specifická kombinační schopnost linie nebo klonu existuje tehdy, jestliže zjištěný efekt určité kombinace dvou linií nebo klonů se odchyluje od hodnoty, kterou by bylo možné se zřetelem na všeobecnou kombinační schopnost rodičovských partnerů očekávat. Všeobecná a specifická kombinační schopnost může být důsledkem velmi rozmanitých genetických příčin (distribuce a frekvence genů, které se podílejí na vyvolávání určitého efektu, specifické účinky jednotlivých genů aj.).

Existence všeobecné kombinační schopnosti je uznávána tehdy, jestliže je možné prokázat aditivitu efektů, které jsou kombinační schopností vyvolávány. Přitom se nemusí jednat o aditivitu v přímém slova smyslu, nýbrž je možno všeobecnou kombinační schopnost předpokládat i tehdy, když je aditivita prokázána teprve po vhodné transformaci pozorovaných hodnot. Ve smyslu této definice je pak mírou specifické kombinační schopnosti odchylka od aditivity.

Průměrný efekt při kontrolovaném křížení ke možno vyjádřit vztahem

$$Y_{ij} = m + a_1 + a_j + s_{ij},$$

příčemž

$m$  – je průměrný efekt celého pokusu,

$a_1, a_j$  – všeobecné kombinační schopnosti obou rodičovských linií nebo klonů,

$s_{ij}$  – pak specifická kombinační schopnost (STERN 1964).

Podstatným znakem zkoušek potomstva při šlechtění výběrem je princip, že při tomto postupu lze šlechtitelsky využít pouze aditivní složky genetické variance. Proto při zkouškách klonů, použitých v semenných sadech, nebo pro sady určených, nás zajímá především všeobecná kombinační schopnost. Samotná metodická koncepce semenných sadů je založena na předpokladu existence všeobecné kombinační schopnosti (STERN 1957). Zkoušky potomstev z kontrolovaného křížení musí být proto metodicky uspořádány tak, aby bylo možno s dostatečnou spolehlivostí všeobecnou kombinační schopnost odhadnout a současně určit i podíly, jimiž se jednotlivé ověřované klony na všeobecné kombinační schopnosti podílejí.



Pro tento účel nejlépe vyhovuje schéma kompletního dialelního křížení, avšak i série  $n_1 \times n_2$ , jak již bylo zmíněno, umožňuje odhad všeobecné kombinační schopnosti, přičemž spolehlivost odhadu se zvětšuje s rostoucím počtem testových klonů.

Všeobecnou a specifickou kombinační schopnost pro potomstva vzniklá křížením lze odhadnout podle tohoto schematizovaného modelu, který udává STERN (1964):

Příčina proměnlivosti	Počet stupňů volnosti	Odhad prům. efektů
R – bloky	$r - 1$	$V_o + mp \cdot V_r$
M – všeob. komb. schop. mat. klonů	$m - 1$	$V_o + r \cdot V_{mp} + prV_m$
P - všeob. komb. schop. otc. klonů	$p - 1$	$V_o + r \cdot V_{mp} + mrV_p$
M x P – spec. komb. schopnost	$(m - 1)(p - 1)$	$V_o + r \cdot V_{mp}$
chyba pokusu	$(r - 1) \cdot (mp - 1)$	$V_o$
celková	$rmp - 1$	

V případě, že variance všeobecné kombinační schopnosti mateřských klonů je ve vztahu k varianci chyby významná, je možno zkoumat signifikanci rozdílů mezi jednotlivými mateřskými klony pořadovým testem Duncanovým.

Kvantitativní míru všeobecné kombinační schopnosti lze pro jednotlivé klony vyjádřit absolutně jako  $\pm$  diferenci oproti celkovému průměru, vypočtenému pro celý pokus. Ještě názornější představu lze získat tehdy, když se  $\pm$  diference proti celkovému průměru vyjádří v procentech celkového průměru. Je vhodné pak tyto poměrné údaje pro všechny ověřované klony sestavit do přehledné tabulky.

Představu o kombinační schopnosti zkoumaných klonů mohou poskytnout též regresní koeficienty jednotlivých skupin křížení k celkovým průměrům jednotlivých skupin (STERN 1958).

Předpokládáme-li jako příklad paralelní křížení v sérii  $n_1 \times n_2$ , přičemž jde o 6 ověřovaných mateřských klonů  $k_1, k_2, \dots, k_6$  a 4 otcovské testové klony  $t_1$  až  $t_4$ , a jestliže hodnoty jednotlivých kombinací označíme  $k_1t_1, k_1t_2, \dots, k_6t_3, k_6t_4$ , pak je základem pro výpočet regrese následující tabulka:

	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	
$k_1$	$k_1t_1$	$k_1t_2$	$k_1t_3$	$k_1t_4$	řádkové průměry
$k_2$	$k_2t_1$	$k_2t_2$	$k_2t_3$	$k_2t_4$	
$k_3$	$k_3t_1$	$k_3t_2$	$k_3t_3$	$k_3t_4$	
$k_4$	$k_4t_1$	$k_4t_2$	$k_4t_3$	$k_4t_4$	
$k_5$	$k_5t_1$	$k_5t_2$	$k_5t_3$	$k_5t_4$	
$k_6$	$k_6t_1$	$k_6t_2$	$k_6t_3$	$k_6t_4$	
	sloupcové	průměry			

Na základě této tabulky se vypočte 6 regresních koeficientů, které mohou být považovány za kvantitativní ukazatel kombinační schopnosti jednotlivých členů. Statistická významnost rozdílů mezi regresními koeficienty se ověří běžným způsobem pomocí t-testu podle obecného vzorce

$$t = \frac{b_1 - b_2}{s_d},$$

přičemž

$b_1, b_2$  – jsou porovnávané regresní koeficienty,

$s_d$  – je chyba diference.

Chyba diference se vypočte podle běžného postupu (např. WEBER 1964).

Čím větší je kladná hodnota regresního koeficientu, tím větší měrou přispívá předmětný klon v pozitivním směru ke kombinační schopnosti zkoumaného souboru klonů. Vhodnou pomůckou pro názornost je grafické znázornění regresních rovnic.

Jak již bylo zmíněno, lze existenci všeobecné kombinační schopnosti uznat tehdy, jestliže je možno prokázat aditivitu efektů, které jsou kombinační schopností vyvolávány. Za přibližný odhad aditivity je možno pro náš případ považovat linearitu regrese vztahu jednotlivých skupin křížení k celkovým průměrům skupin. Linearitu regrese lze zkoumat běžnými způsoby, tj. na základě výpočtu korelačního poměru (STONE 1963) nebo analýzou variance (WEBER 1964). V našem konkrétním případě, kdy regrese byla počítána pouze na základě 4 dvojic hodnot, je spolehlivost testování linearity výpočtem značně omezena.

V případě, že linearita regrese je prokázána u převážné části regresních rovnic, pak je možno rozdíly v průměrných efektech zkoumaných klonů považovat převážně za výraz všeobecné kombinační schopnosti. V případě, že by regresní vztahy zkoumaných veličin byly nelineární, pak lze usuzovat, že rozdíly v průměrných efektech jednotlivých klonů jsou vyvolávány především specifickou kombinační schopností.

## 6.7 Zkoušky výběrových stromů potomstvy z volného sprášení

Kontrola výběrových stromů potomstvy z volného opylení je spojena s některými závažnými problémy. Pokud je osivo k vypěstování sazenic pro zakládání srovnávacích výsadeb sklíženo přímo z výběrových stromů (často se tak děje současně s odběrem roubů v korunách stromů), jsou samičí orgány na stromech opylovány převážně pylem nejbližších sousedů, takže tento pyl nepředstavuje náhodný výběr předmětné populace.

Tento postup tedy nelze ztotožňovat s metodou polycross podle GUSTAFSSONA (1949). Jestliže by zkoušky potomstev z volného opylení při předpokládané sklizni osiva přímo z výběrových stromů měly poskytnout

spolehlivější informace, bylo by třeba je několikrát opakovat v různých letech. Tento postup je velmi pracný, vyžaduje značné výměry výzkumných ploch a vysoké náklady. Je nejisté, zda hodnota získaných informací bude úměrná vynaložené práci a nákladům. STERN (1960) proto doporučuje vždy uvážit, zda není výhodnější od tohoto způsobu upustit a v pozdějších letech provést dokonalejší a efektivnější zkoušky pomocí kontrolovaného křížení. Metoda má tu výhodu, že s ověřovacími pracemi lze začít ihned, jakmile stromy fruktifikují a je sklizeno potřebné osivo.

Jednotlivé klony je možno dále testovat potomstvy z volného opylení v klonovém archivu nebo semenném sadu. V tomto případě je ovšem nutno semenný sad nejdříve založit a čekat, až budou roubovanci v sadu dostatečně kvést. Sklizení osiva v klonovém archivu nebo v semenném sadu odděleně podle klonů v období, kdy se dostavila plná plodnost (fruktifikují všechny klony), nepředstavuje žádné problémy, pokud jde o opylení, oproti sklizni osiva z jednotlivých výběrových stromů v porostech. Osivo lze sklízet v semenném sadu z většího počtu roubovanců jednoho a téhož klonu a vzhledem k náhodnému rozmístění klonů v sadu je možno skutečně pyl, kterým se stromy opylily, považovat za reprezentativní výběr souboru celého sadu. Postup se do značné míry blíží metodě „polycross“ (GUSTAFSSON 1949) používané při kontrolovaném křížení.

Výhodou tohoto postupu je poměrně snadná a levná sklizeň osiva, oproti dokonalejšímu způsobu kontrolovaného křížení však nepředstavuje žádný časový předstih. V době, kdy semenný sad plodí, je možno provádět metodicky dokonalejší a efektivnější kontrolované křížení. Oproti kontrolovanému křížení je naznačený postup ověřování výběrových stromů potomstvy z volného sprášení při sklizni osiva v semenných sadech sice poněkud úspornější, pokud se týká pracnosti a nákladů, avšak informace ze získané pokusu jsou omezené.

Potomstva výběrových stromů z volného sprášení, pokud se výsadba uskutečnila ve formě kompletního blokového uspořádání, lze hodnotit analýzou variance tohoto modelu:

Příčina proměnlivosti	Počet stupňů volnosti	Odhad průměrných efektů
p – potomstva	$p - 1$	$V_O + n \cdot V_{pr} + n \cdot r \cdot V_p$
r – opakování	$r - 1$	$V_O + n \cdot V_{pr} + npV_r$
reziduální	$(p - 1) \cdot (r - 1)$	$V_O + n \cdot V_{pr}$
celková	$prn - 1$	

p – počet potomstev, r – počet opakování, n – průměrný počet jedinců pro potomstvo na parcele.

Hodnotu dědivosti v širším smyslu lze odhadnout na základě výpočtu

$$h^2_{SL} = \frac{V_p}{V_p + (V_o + V) \cdot r}$$

Přibližný odhad dědivosti v užším smyslu lze přibližně odhadnout podle vzorce (WRIGHT 1962):

$$h^2_{SS} = \frac{2 V_p}{2V_p + (V_o + V_{pr}) \cdot r}$$

Jelikož nelze počítat s tím, že výběrové stromy, případně i roubovance určitého klonu v semenném sadu jsou opylovány pylem těchto otcovských klonů, resp. vyváženou směsí pylu všech individuí, tvořících ať již přirozenou populaci (porost), či populaci umělou (semenný sad), navrhuji někteří autoři (např. ROHMEDER, SCHÖNBACH 1958), aby pro zkoušky bylo použito osiva z několika semenných sadů. Postupovat se může např. tak, že osivo se skladuje, a po získání materiálu alespoň ze třech semenných sadů se odděleně podle klonů smísí a pak použije k výsevu.

Druhá alternativa řešení spočívá v tom, že ze semene sklizeného v každém semenném roce se založí separátní ověřovací plochy ve stejných ekologických podmínkách. Tento způsob vyžaduje větší počet výzkumných ploch, je proto náročnější, pracnější a nákladnější. Výhodou je, že lze vhodným způsobem zachytit proměnlivost v čase.

Jestliže jde o ověření  $p -$  výběrových stromů, materiálem sklizeným v  $r -$  různých letech a počtem jedinců na parcele  $n$ , lze hodnotit výsledky pozorování na výzkumných plochách tímto zjednodušeným postupem:

Příčina proměnlivosti	Počet stupňů volnosti	Odhad průměrných efektů
$p -$ potomstva	$p - 1$	$V_o + nV_{pr} + n \cdot r \cdot V_p$
$r -$ opakování	$r - 1$	$V_o + nV_{pr} + np \cdot V_r$
chyba pokusu	$pr (n - 1)$	$V_o + n V_{pr}$
celková	$prn - 1$	

Všeobecnou kombinační schopnost lze přibližně odhadnout na základě rozdílů průměrné hodnoty potomstev na všech plochách z průměrné hodnoty celé soustavy ploch.

## 7. Závěr

Provenienční výzkum a šlechtění lesních dřevin má v České republice tradici, která trvá několik desítek let. S pracemi většího rozsahu se započalo v 50. letech minulého století. S touto aktivitou je spojeno zakládání a hod-

nocení výzkumných provenienčních a šlechtitelských ploch různých typů. Jejich sledování a hodnocení představuje významnou součást práce lesnického výzkumu v oboru genetiky, šlechtění a introdukce lesních dřevin. V příloze se uvádí pro celkovou orientaci přehled všech založených výzkumných ploch podle jednotlivých kategorií.

Počet a celková výměra výzkumných ploch je značná. Jejich hodnocení přineslo řadu informací významných nejen z hlediska teorie, ale i pro praxi lesního hospodářství. Na základě výsledků bylo možno navrhnout některá opatření k záchraně a reprodukci genových zdrojů, vylížit semenářské oblasti pro hlavní jehličnaté dřeviny a navrhnout zásady semenářské rajonizace. Ověřovací plochy poskytly první informace potřebné k navržení osvědčených jednotek uznaných ke sklizni osiva k zařazení do kategorie jednotek ověřených – elitních. Hodnocení ověřovacích ploch výběrových stromů modřínu opadavého umožňuje výběr klonů vhodných pro zařazení do semenných sadů druhé generace a pro sady k produkci hybridního osiva. Další významné výsledky lze očekávat.

Výzkum a prakticky orientované šlechtění nadále pokračují. V souvislosti s tím bude nutno pokračovat v uváženém rozsahu a ve vhodných směrech v zakládání dalších ověřovacích ploch, bez nichž se práce v oboru lesnické genetiky a šlechtění lesních dřevin neobejde. Další zakládané plochy mají přispět k doplnění informací o geneticky podmíněné produktivnosti a praktické použitelnosti dílčích populací a jedinců v prakticky orientovaném šlechtění a lesnické praxi u těch druhů dřevin, které jsou po stránce geneticko-šlechtitelské již v menším či větším rozsahu rozpracovány. Jde především o hospodářsky významné jehličnaté dřeviny.

S výzkumem variability a šlechtění listnatých dřevin, které s ohledem na nutné úpravy druhové skladby lesů v ČR nabývají na významu, se započalo později a informace o nejdůležitějších druzích, buku lesním a dubech, jsou zatím omezené. O některých druzích listnatých dřevin, jejichž význam pro lesní hospodářství ČR není a nebude zanedbatelný, jako jsou javory, jasany, jilmy, lípy a další druhy, jsou poznatky kusé a nesoustavné, pokud jde o populace rostoucí na území České republiky. V rámci kapacitních, technických a finančních možností bude třeba rozvíjet aktivity i pro tyto druhy dřevin v souladu s potřebami lesního provozu.

Metodické principy zakládání a hodnocení ploch jsou obecně známé, některé jsou dokonce standardizovány na základě návrhů IUFRO. Standardizace je nutná zejména pro mezinárodní kooperaci, která se až dosud úspěšně realizovala v rámci výzkumu hospodářsky významných evropských i cizokrajných druhů zejména ze severoamerického kontinentu. Metodické zásady je nutno doplňovat mimo jiné i na základě zkušeností spojených se zakládáním a hodnocením výzkumných ploch různých typů.

Rozsah prací spojených se zakládáním a hodnocením výzkumných ploch je značný a bude se nadále zvyšovat. I když se základní principy hodnocení nebudou patrně v podstatě měnit a budou doplňovány a upravovány zejména se zřetelem na některé skutečnosti, které byly až dosud do značné míry opomíjeny (např. problematika konkurence), budou v současnosti i budoucnosti zvládnutelné pouze s účelným využíváním současné a budoucí disponibilní výpočetní techniky.

Výzkumné šlechtitelské plochy jsou většinou dlouhodobé a jejich sledování, s výjimkou ploch zakládaných v lesních školkách, trvají nejméně dvě desetiletí, ve většině případů podstatně déle. Plochy, které mají přinést poznatky o možné konkrétní produkci biomasy pro jednotlivé ověřované provenience nebo jednotky uznané ke sklizni osiva, je nutno sledovat nejméně do poloviny hospodářské doby obmýtní. Péče o tyto plochy a jejich hodnocení není proto věcí jen jedné lesnické generace, ale nejméně dvou, případně tří generací. S ohledem na tuto skutečnost je proto mimořádně důležitá evidence ploch jak v terénu, tak i v písemných záznamech. Současná výpočetní technika umožňuje, aby veškerá data o plochách včetně výsledků periodických hodnocení byla registrována a ukládána v příslušných databázích nejen pro účely informační, avšak k využití dat i v dalších fázích hodnocení.

Zakládání, udržování provenienčních a ostatních ploch, ochrana, zčásti i hodnocení nemůže lesnický výzkum zajišťovat sám. Je do značné míry odkázán na spolupráci s organizačními jednotkami a pracovníky lesního provozu. Úspěšné výsledky prací, stejně tak i stav výzkumných ploch jsou závislé na dobré kooperaci lesnické praxe a lesnického výzkumu.

Je žádoucí, aby pracovníci lesnické praxe měli od lesnických výzkumných institucí k dispozici základní informace o výzkumných plochách a o výsledcích pozorování na těchto plochách se zvláštním zřetelem k jejich využitelnosti v lesním provozu. Pro pracovníky v lesním provozu je užitečné seznámit se s metodami zakládání a hodnocení výzkumných ploch, na kterých se provádí lesnický výzkum. Považovali bychom za úspěch, kdyby tento stručný přehled k jejich informovanosti alespoň trochu přispěl.

V příloze je připojen přehled až dosud založených výzkumných šlechtitelských ploch různých kategorií. Plochy jsou evidovány, sledovány a hodnoceny. Přehled, který obsahuje pouze plochy sledované VÚLHM Jíloviště–Strnady, nikoli tedy plochy zakládané, sledované a hodnocené jinými institucemi, dokumentuje mimo jiné i rozsah a orientaci lesnického výzkumu v oboru genetiky, šlechtění a introdukce lesních dřevin.

## 8 Literatura

- Allgemeine Verwaltungsvorschrift über die Zulassung von Ausgangsmaterial für forstliches Vermehrungsgut. Bundesanzeiger, 37, 1985, č. 241a, 12 s.
- FISCHER, R. A.: The designs of experiments. Edinburgh, Oliver and Boyd 1951. 362 s.
- Gesetz über forstliches Saat- und Pflanzgut. Bundesgesetzblatt, 1979, I., s. 1242 - 1261
- GUSTAFSSON, A.: Conifer seed plantation. The structure and genetical principles. Proc. III. World Consul. Cong. Helsinki 1949, s. 117 - 119
- HRUBÝ, K., KONVIČKA, O.: Polní pokusy, jejich zakládání a hodnocení. Olomouc, 1954. 273 s.
- HÜHN, M.: Untersuchungen zur Konkurrenz zwischen verschiedenen Genotypen in Pflanzenbeständen. *Silvae Genetica*, 1971, s. 218 - 228
- HÜHN, M.: Populationsgenetische Untersuchungen zur phänotypischen Selektion in Pflanzenbeständen mit Konkurrenz. *Silvae Genetica*, 1973, s. 136 - 144
- HÜHN, M.: Untersuchungen zu einer Vermutung von Sakai und Hatakeyma betreffend „H. F. Smith's empirical law“ für Kovarianzen. Teil I. Theoretische Überlegungen. *Biom. J.*, 19, 1977, s. 63 - 78
- HÜHN, M.: „H. Fairfield Smith's empirical law“ für Kovarianzen. Theoretische Applikation an eine Fichtenpopulation. *Silvae Genetica*, 28, 1979, 2/3, s. 116 - 123
- IUFRO: Vereinheitlichung der Methoden der forstlichen Herkunftsforschung. 1964, 62 s.
- KONŠEL, J.: Lesnické pokusnictví pěstební. Sborník VŠZ. Brno, fak. lesnická 1928. 52 s.
- LANGNER, W.: Prüfungsverfahren in der Forstpflanzenzüchtung. *Allg. Forst Zeitschrift*, 1958, č. 13, s. 198 - 199
- LINDER, A.: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Basel., V. Berkhauser. 1945. 150 s.
- MUDRA, A.: Einführung in die Methodik der Feldversuche. Leipzig, S. Hirzel Verlag 1952. 178 s.
- PAULE, L.: Genetika a šľachtenie lesných drevín. Bratislava, *Príroda* 1992. 304 s.
- PÁV, B.: Matematická statistika v lesnictví. I. *Lesnictví* 24, 1978, příloha, 20 s.
- ROD, J. et al.: Šlechtění rostlin. Praha, SZN 1982. 354 s.
- STERN, K.: Kombinationseignung hinsichtlich der Wachstumsergebnisse eines Modellversuches mit *Antirrhinum maius*. *Silvae Genetica*, 1958, č. 7, s. 41 - 57

- STERN, K.: Plusbäume und Samenplantagen. Frankfurt a. M., J. D. Sauerländers Verlag 1960. 138 s.
- STERN, K., HATTEMER, H. H.: Problems involved in some models of selection in forest tree breeding. *Silvae Genetica*, 1964, s. 27 - 32
- ŠINDELÁŘ, J.: Ověřování výběrových stromů (Metodické problémy ověřování genotypu výběrových stromů a koordinace ověřovacích prací. Záv. zpráva VÚLHM Jíloviště-Strnady, 1967, 67 s.
- ŠINDELÁŘ, J.: Kritéria pro selekci výběrových stromů hlavních jehličnatých dřevin. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe, III. Praha, ÚVTIZ 1969, 43 s.
- ŠINDELÁŘ, J.: Možnosti využití klonových potomstev při ověřování výběrových stromů modřínu evropského a japonského. Sborník věd. konference 15. výročí založení VŠZ Brno 1969, s. 33 - 34
- ŠINDELÁŘ, J.: On the problem of testing the growth qualities of European larch *Larix decidua* MILL. by clone test. Washington, FAO-IUFRO, Sec. World. Consult. on For. Tree Breeding, FO-FRB-69-2/8, 12 s.
- ŠINDELÁŘ, J.: K otázce využití klonových potomstev jako předběžného testu pro ověřování výběrových stromů evropského a japonského modřínu. *Lesnictví*, 16, 1970, č. 3, s. 247 - 262
- ŠINDELÁŘ, J.: Dědivost některých šlechtitelsky významných znaků modřínu evropského *Larix decidua* MILL. Sborník konf. Mendel a souč. genetika. Brno 1972, s. 65 - 75
- ŠINDELÁŘ, J.: Praktické použití navržených metodických postupů pro ověřování porostů uznaných ke sklizni osiva na příkladu olše lepkavé *Alnus glutinosa* (L. GAERTN.). Záv. zpráva VÚLHM Jíloviště-Strnady, 1974, 81 s., rukopis
- ŠINDELÁŘ, J. et al.: Zhodnocení ověřovacích ploch uznaných jednotek borovice lesní. Záv. zpráva VÚLHM Jíloviště-Strnady, 1991, 119 s., rukopis
- WEISGERBER, H., GEBHARDT, K.: In vitro-Kultur von Waldbäume: Forschung und forstliche Perspektiven. *Allg. Forst und Jagdzeitung*, 166, 1995, č. 5, s. 99 - 105
- WRIGHT, J. W.: Genetics of forest tree improvement. Řím, 1962. 336 s.



### **Tab. 1**

Schéma hodnocení mladších srovnávacích výsadeb na příkladu modřínu opadavého (podle SCHOBERA)

- 1. Výška v m**
  - a) absolutně
  - b) délka posledního letorostu
- 2. Tvárnost kmene**
  1. rovný
  2. slabě zakřivený - dřívější ztráta hlavního výhonu
    - domnělá dřívější ztráta výhonu
    - tlak sousedních jedinců bez zřetelné příčiny
  3. silně zakřivený - dřívější ztráta hlavního výhonu
    - domnělá dřívější ztráta letorostů
    - tlak sousedních stromů
    - bez zřetelné příčiny
- 3. Ostatní vady**
  - B 1 - keřovitý růst
  - k 2 - růstové deformace
  - A 3 - ztráta
  - N 4 - nesázeno
  - ZW5 - vidličnatý růst
- 4. Choroby nebo poškození**
  - T 1 - bez posledního letorostu
  - H 2 - napadení václavkou (*Armillaria mellea*)
  - P 3 - rakovina modřínu (*Trychoscyphella willkommii*)
  - R 4 - poškození kůry (jelení zvěř, myšovití hlodavci)
  - Pf5 - sazenice opatřené kůlem
  - 6 - ostatní
- 5. Postavení větví**
  - 1 - větve ostře vystoupavé
  - 2 - silně vystoupavé
  - 3 - slabě vystoupavé
  - 4 - horizontální
  - 5 - převislé

**Tab. 2**

Schéma hodnocení mateřských porostů a starších srovnávacích výsadeb na příkladu modřinu opadavého (podle SCHOBERA 1977)

1. **Výška v m**
  2. **Výčetní tloušťka v cm**
  3. **Stromové třídy (podle KRAFTA)**
    - 1 - Stromy předrůstavé se silně vyvinutými korunami
    - 2 - Stromy úrovnňové tvořící normální hlavní porost s poměrně dobře vyvinutými korunami
    - 3 - Stromy vrůstavé. Koruny mají do určité míry normální formu a jsou podobné korunám stromů třídy 2. Jsou však dosti slabě vyvinuty a naznačují často sestupné tendence. Okraje korun vykazují někdy odumřelé konce větví.
    - 4 - Stromy potlačené. Koruny jsou více nebo méně zakrnělé, ze dvou nebo ze všech stran stísněné, nebo jsou jednostranně praporcovitě vyvinuty.
      - a) Koruny v meziúrovni z větší části nezastíněné, většinou stísněné
      - b) Koruny částečně v podúrovni, horní část koruny je volná, spodní je zastíněna nebo již odumřelá
  4. **Zóna suchých větví v procentech celkové výšky stromu**
  5. **Průměr koruny**
  6. **Maximální rozloha větví**
  7. **Tvar kmene**
    - 1 - rovný
    - 2 - slabě zakřivený
    - 3 - silně zakřivený
    - 4 - vidličnatý
  8. **Tloušťka větví ve 2/3 výšky stromu (střední hodnota ze 6 měření)**
  9. **Typ zavětvení (v dolní části koruny)**
    - 1 - větve ostře vystoupavé
    - 2 - větve silně vystoupavé
    - 3 - větve slabě vystoupavé
    - 4 - větve horizontální
    - 5 - větve převislé
  10. **Typ zavětvení (v horní části koruny) (klasifikace jako ad 9)**
  11. **Větve vyššího řádu**
    - a) počet existujících řádů větvení
    - b) postavení větví II., III. a IV. řádu
      - 1 - ohnuté ke špičce (přizpůsobené tvaru koruny)
      - 2 - ostře vystoupavé, rozvětvené
      - 3 - horizontální, v téže rovině jako hlavní větve
      - 4 - lehce zpět ohnuté
      - 5 - převislé
- Tyto údaje se uvádějí odděleně pro část koruny v polovině až dvou třetinách koruny od špičky.

- c) Poslední letorost - pouze pro větve nejvyššího řádu:  
 K - krátký, do 20 cm (v průměru 10 cm)  
 M - středně dlouhý - 20 - 40 cm (v průměru 30 cm)  
 L - dlouhý, více než 40 cm

**12. Typ koruny**

- 1 - kónická
- 2 - úzce parabolická
- 3 - středně parabolická
- 4 - silně parabolická

**13. Fenologie**

- 0 - pupeny v klidu
- 1 - pupeny zelené mezi šupinami
- 2 - pupeny se rozvíjejí, špičky jehlic jsou na brachyblastech patrné
- 3 - brachyblasty jsou do poloviny rozvity
- 4 - pupeny na brachyblastech zcela rozvity
- 5 - letorosty se prodlužují

Podzimní zbarvení a opad jehlic

- 1 - jehlice ještě zelené
- 2 - jehlice lehce žlutozelené
- 3 - jehlice žlutozelené
- 4 - jehlice zelenožluté
- 5 - jehlice žluté až hnědé
- 6 - jehlice částečně opadlé
- 7 - jehlice zcela opadlé

**Obr. 1**

Různé způsoby uspořádání kompletních bloků při čtyřech opakováních

a) bloky v řadách

1	2	3	4
---	---	---	---

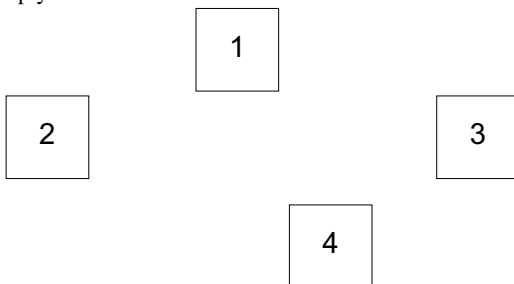
b) bloky ve sloupci

1
2
3
4

c) bloky ve čtverci

1	2
3	4

d) bloky rozptýlené



**Obr. 2**

Schematický plán dvojitého mřížového uspořádání o 25 pokusných členech

Blok	$III_x$				
(15)	24	23	22	25	21
(14)	2	4	3	5	1
(13)	13	14	12	15	11
(12)	10	7	6	9	8
(11)	17	20	18	16	19

Blok	$IV_y$				
(20)	23	3	18	8	13
(19)	25	15	10	5	20
(18)	19	9	24	4	14
(17)	11	6	1	21	16
(16)	17	22	12	7	2

Blok	$I_x$				
(5)	21	22	23	24	25
(4)	16	17	18	19	20
(3)	11	12	13	14	15
(2)	6	7	8	9	10
(1)	1	2	3	4	5

Blok	$II_y$				
(10)	15	5	10	20	25
(9)	23	13	8	18	3
(8)	19	24	14	4	9
(7)	22	12	7	17	2
(6)	6	21	11	1	16

**Tab. 3** Seznam porostů uznaných ke sklízni osiva, navržených jako porovnávací standardy pro ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin (RAMBOUSEK 2000)

Dřevina	Stanoviště porovnávací plochy, nadm. výška (m/m)	Vlastník	Číslo uznané jednotky	Počet porostů v uznané jednotce (ks)	Porost navržený jako standard	Věk porostu (let)	Výměra porostu (ha)	Uznání porostu platí pro LHP
	do 600 m	Vlastník	1. LČR LS Lužná LHC Žatec	4	254A9	89	7,80	1998-2007
			2. LČR LS Vodňany	2	2C7	66	8,94	1998-2007
			3. LČR LS Nasavrky	9	704B10	96	10,75	2000-2009
			4. LČR LS Šenov	5	234B10	96	10,72	1998-2007
Smrk ztepilý <i>Picea abies</i>	601-900	Vlastník	1. LČR LS Jihlava	50	907B9	83	17,04	1998-2007
			2. LČR LS Planá	38	124F8	80	9,16	1999-2008
			3. LČR LS Klášterec nad Ohří	3	133C9	90	6,58	1999-2008
			4. LČR LS Javorník	5	354A11	104	14,21	1998-2007
901 +	Vlastník	1. LČR LS Vyšší Brod	6	114C10	95	8,16	1999-2008	
		2. LČR LS Nasavrky	2	231D11	109	15,34	2000-2009	
		3. LČR LS Loučná	6	420B14	138	26,34	1997-2006	
		4. LČR LS Klášterec nad Ohří	3	273B13	125	10,09	1999-2008	
do 350	Vlastník	1. LČR LS Lužná LHC Žatec	2	468Ba12/16	109	4,11	1998-2007	
		2. LČR LS Litoměřice LHC Litoměřice	3	625C10	90	3,52	1997-2006	
		3. LČR LS Strážnice	11	267A10	100	17,00	1997-2006	
Borovice lesní <i>Pinus sylvestris</i>	351-600	Vlastník	1. LČR LZ Dobříš	30	714A7F	67	5,52	1999-2008
			2. LČR LS Prostějov	4	201B8	76	9,74	1999-2008
			3. LČR LS Planá	5	603C10	99	8,58	1999-2008
601+	Vlastník	1. LČR LS Svitavy	1	155H9	87	1,71	1999-2008	
		2. LČR LS Františkovy Lázně	12	317B11	105	6,46	1999-2008	
do 600	Vlastník	1. LČR LS Nýrsko	9	650G2	92	1,12	1997-2006	
		2. LČR LS Český Rudolec	4	274A9	90	2,44	1999-2008	
Modřín opadavý <i>Larix decidata</i>	do 600	Vlastník	1. LČR LS Prostějov	1	610H12	112	2,16	1999-2008
			2. LČR LS Hořice	9	429D07	70	5,00	1998-2007
			3. LČR LS Nýrsko	1	513C7	99	0,63	1997-2006
601+	Vlastník	4. LČR LS Lužná LHC Žatec	2	209Da8a/1a	76	3,82	1998-2008	
		1. LČR LS Jeseník	2	130B10	96	2,11	1997-2006	
			2. LČR LS Český Rudolec	2	340A13	121	1,25	1999-2008

**Tab. 3 (pokračování)** Seznam porostů uznaných ke sklizni osiva, navržených jako porovnávací standardy pro ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin (RAMBOUSEK 2000)

Dřevina	Stanoviště porovnávací plochy, nadm. výška (m/m)	Vlastník	Číslo uznané jednotky	Počet porostů v uznané jednotce (ks)	Porost navržený jako standard	Věk porostu (let)	Výměra porostu (ha)	Uznání porostu platí pro LHP
Buk lesní <i>Fagus sylvatica</i>	do 350 m		B/BK/28/8/2/BE	3	526A11	101	5,85	1998-2007
			B/BK/030/38/3/ZL	1	517A9	81	10,70	1998-2007
	351-600		B/BK/003/41/5/V/S	29	811D1/1	101	13,34	2000-2009
			B/BK/130/31/5/SY	9	318A10	92	9,71	1999-2008
601 +			B/BK/026/10/4/CB	1	208B10	92	4,45	1998-2007
			B/BK/218/28/4/JE	8	410B10	93	14,84	1998-2007
			B/BK/95/13/6/CK	1	215E11	103	6,79	1999-2008
			B/BK/015/27/7/IE	1	229A11	104	2,69	1997-2006
Dub letní <i>Quercus robur</i>	do 350		B/BK/250/40/6/FM	1	821F10a	97	7,81	1999-2008
			B/DB/004/17/1/IC	26	655D09	89	7,30	1998-2007
			B/DB/055/32/2/HO	19	54B10	97	20,21	1997-2006
351+			B/DB/131/16/5/JI	1	710B10	100	1,98	1998-2007
			B/DB/005/15/3/ST	3	803D9	82	5,44	1998-2007
			B/DBZ/001/35/1/BV	1	515D9a	84	1,78	2000-2009
do 350			B/DBZ/031/10/2/PI	9	315H11	108	3,56	1998-2007
			B/DBZ/042/38/3/ZL	2	702C12	115	5,79	1998-2007
			B/DBZ/030/10/3/PI	2	214B8	75	1,97	1998-2007
351+			B/DBZ/18/16/5/HH	4	524D9	87	1,81	1995-2004
	do 350		B/OL/001/17/1/KH	4	729B9	87	10,46	1996-2005
			B/OL/066/35/1/HO	1	120A8	71	3,00	1997-2006
351+			B/OL/001/11/6/CH	1	251H5	50	0,47	1999-2008
			B/OL/647/31/3/SY	1	316C6	55	1,66	1999-2008
	do 351		B/JS/561/34/1/PR	1	336A12	117	6,14	1999-2008
Jasan ztepilý <i>Fraxinus excelsior</i>	351+		B/JS/358/3/BE	1	4A9	89	0,54	1998-2007
			B/JS/431/4/5/VLU	10	53H000	72	3,32	1998-2007
			B/JS/110/39/3/FM	1	915F11	103	2,08	1998-2007