

VĚDECKÝ ČASOPIS



# LESNICTVÍ

**10**

ROČNÍK 36 (LXIII)  
CENA 17,- Kčs  
PRAHA  
ŘÍJEN 1990  
ISSN 0024-1105

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ  
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ  
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

# Vědecký časopis LESNICTVÍ

Redakční rada: akademik ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc. (předseda), prof. Ing. Mirjam Čech, CSc., prof. Ing. Jaroslav Bergl, CSc., Ing. Zdeněk Blud'ovský, DrSc., doc. Ing. Igor Chudík, CSc., Ing. Ján Ilavský, CSc., doc. Ing. Jan Kouba, CSc., Ing. Jan Materna, CSc., prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., člen korespondent ČSAV prof. Ing. Adolf Priesol, DrSc., prof. Ing. Miroslav Stolina, DrSc.

Za vedení časopisu odpovídá akademik ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc.

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1990

## OBSAH

|                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Š i n d e l á ř J.: K problematice dalšího zakládání semenných porostů v ČR.....                                                               | 807 |
| K o n ô p k a J., Š i m i a k M.: Rast a statické vlastnosti výškových proveniencí smreka obyčejného na trvalých výzkumných plochách v SR..... | 825 |
| P a u l e L., M r á z i k o v á M.: Genetická analýza potomstva borovice sosny ( <i>Pinus sylvestris</i> L.) zo semenného sadu.....            | 843 |
| P r u d i ě Z.: Areál jedle bělokoré ( <i>Abies alba</i> Mill.) v Moravských Karpatech.....                                                    | 855 |
| Š i š á k L.: Pyramidová analýza v rozborové a plánovací činnosti.....                                                                         | 867 |

## Příloha

### Matematické metody v lesnictví

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| M a c h e k J., P á v B.: Metody zakládání a vyhodnocování pokusů v lesnictví V..... | 61 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Š i n d e l á ř J.: Problems of future formation of seed crop stands in the Czech Republic.....                                                                          | 824 |
| K o n ô p k a J., Š i m i a k M.: The growth and statical characteristics of height provenances of Norway spruce on permanent research areas in the Slovak Republic..... | 841 |
| P r u d i ě Z.: The area of silver fir ( <i>Abies alba</i> Mill.) in the Moravian Carpathians.....                                                                       | 866 |
| P a u l e L., M r á z i k o v á M.: Genetic analysis of the Scots pine ( <i>Pinus sylvestris</i> L.) progeny from a seed orchard.....                                    | 853 |
| Š i š á k L.: Pyramidal analyses in analytical and planning activities.....                                                                                              | 882 |

## NHALT

|                                                                                                                                                            |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Š i n d e l á ř J.: Zur Problematik weiterer Begründung von Saatgutbeständen in der ČR.....                                                                | (E) 824 |
| K o n ô p k a J., Š i m i a k M.: Wachstum und statische Eigenschaften von Höhenprovenienzen der Gemeinen Fichte auf Dauerversuchsflächen der SR.....      | 842     |
| P a u l e L., M r á z i k o v á M.: Genetische Analyse der Nachkommenschaft der Gemeinen Kiefer ( <i>Pinus sylvestris</i> L.) aus einer Samenplantage..... | 853     |
| P r u d i ě Z.: Areal der Weißtanne ( <i>Abies alba</i> Mill.) in den Mährischen Karpathen.....                                                            | 866     |
| Š i š á k L.: Pyramidenanalysen in der analytischen und der Planungstätigkeit.....                                                                         | (E) 882 |

J. Šindelář

---

ŠINDELÁŘ, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady): *K problematice dalšího zakládání semenných porostů v ČR*. Lesnictví, 36, 1990 (10): 807-824.

Komplex faktorů abiotické a biotické povahy, v první řadě vlivy antropogenní (znečištění ovzduší aj.), ohrožují lesy a životní prostředí. Problematika záchrany a reprodukce genových zdrojů v ČR je proto trvale aktuální. Byl zpracován program opatření, který je v současné době ve stavu postupné realizace. Do rámce programu patří např. ochrana a využívání lesních rezervací, zakládání genových základů, uznávání a využívání lesních porostů ke sklizni osiva, selekce výběrových stromů, zakládání klonových archívů, semenných sadů, bank lesního osiva apod. Významným dalším prvkem v komplexu opatření jsou reproduktivní výsadby vybraných autochtonních populací lesních dřevin, tzv. semenné porosty. Až dosud bylo založeno 3150 ha reproduktivních výsadeb pro hospodářsky významné lesní dřeviny jako je smrk ztepilý, borovice lesní, modřín opadavý, buk lesní a duby. Asi jedna čtvrtina ploch těchto porostů vznikla přirozenou obnovou. Do roku 2000 se navrhuje založení dalších 3324 ha reproduktivních ploch a to tak, aby byla zajištěna reprodukce genových zdrojů všech hospodářsky využívaných lesních dřevin v jednotlivých lesních oblastech. Vedle metodických zásad, zpracovaných pro zakládání a výchovu semenných porostů, je v lesnické praxi zavedena kniha založených semenných porostů, která slouží k evidenci reproduktivních populací a opatření v nich realizovaných. Vedle toho se semenné porosty evidují i v elaborátech hospodářské úpravy lesů. Uplatňuje se tendence, aby byly vytvářeny semenné porosty ve větším rozsahu *in situ* cestou přirozené obnovy. Genové zdroje porostů v imisních oblastech, jejichž existence je ohrožena, jichž přirozená obnova není reálná, a potomstva by neměla v místních podmínkách předpoklady pro trvalejší existenci, jsou evakuovány do vhodných oblastí bez výrazného imisního zatížení. Počítá se s tím, že semenné porosty mají být v ČR i nadále významným prvkem v komplexu opatření k záchraně genových zdrojů lesních dřevin.

genetika lesnická; genové zdroje lesních dřevin; záchrana a reprodukce

---

S ohledem na komplex faktorů abiotické a biotické povahy, mimo jiné zejména vlivy antropogenní, které ohrožují lesy a životní prostředí, je problematika záchrany a reprodukce genových zdrojů lesních dřevin trvale aktuální nejen v ČSFR, ale prakticky ve všech zemích světa s organizovaným lesním hospodářstvím.

O problematice záchrany a reprodukce genofundu ohrožených populací lesních dřevin se jednalo v roce 1966 na zasedání IUFRO sekce 22 v Jugoslávii. Značnou pozornost vzbudil referát R. T o d y (1966) o zachování genofundu lesních dřevin v Japonsku. Vedle tzv. statické metody, kterou představuje ochrana a semenářské využívání stávajících lesních porostů (tyto populace mají přibližně charakter lesních rezervací nebo porostů uznaných ke sklizni osiva v našem smyslu) charakterizuje tzv. metodu dynamickou, která spočívá v zakládání "semenných porostů" v česko-

slovenském pojetí. Autor charakterizuje základní principy zakládání těchto porostů a zdůrazňuje zejména nutnost sklizně osiva z většího počtu (40, 50 i více) stromů nadprůměrného růstu a jakosti, sklizeň ve větších porostech a v letech dobrých úrod. Požaduje, aby reproduktivní porosty byly vysazeny na relativně velkých plochách s použitím nejméně 10 tisíc kusů sazenic tak, aby se zachytily i genotypy, které obsahují geny s malou frekvencí. Autor dále informuje, že v roce 1966 byl zpracován projekt pro výsadbu "semenných porostů s *Cryptomeria japonica*, dvou porostů s *Chamaecyparis obtusa*, pěti porostů *Pinus thubergii* a dvě výsadby s *Pinus densiflora*. Zdůrazňuje, že je žádoucí reprodukce genofondu formou reproduktivních výsadeb i u jiných druhů dřevin. Zde však se reprodukce zajišťuje většinou cestou přirozené obnovy zejména u druhů *Abies firma*, *Tsuga sieboldii*, *Castanopsis caespitosa*, *Sciadopitys verticillata*, *Torreya nucifera*, *Zelkova serrata*, *Cercidiphyllum japonicum*, *Fraxinus sieboldiana* aj.

V Evropě se problematice zachrany a reprodukce genofondu lesních dřevin věnuje značná pozornost až během asi posledních deseti let, kdy vlivem znečištění ovzduší a ostatních kalamit je ohrožena existence cenných, zejména původních populací lesních dřevin. V rámci opatření, která mají čelit tomuto nebezpečí, se však reproduktivní výsadby, charakteru "semenných porostů" v československém pojetí uvažují zatím v malém počtu případů.

Problematikou genových zdrojů ve Švédsku se zabývá K r u t z s c h (1982) a zdůrazňuje především nutnost nalézt vhodné komplexy autochtonních porostů a jejich přirozenou reprodukci. Značný význam mají však také mladé porosty, jichž původ je řádně evidován. Tyto výsadby, jichž charakter lze považovat za blízký československému pojetí semenných porostů, by měl být v budoucnu zdrojem reprodukčního a šlechtitelského materiálu a měly by být předmětem orientačního studia domestikace a možností přenosu do jiných podmínek prostředí. O problematice zachrany a reprodukce genofondu smrku ztepilého v Evropě informuje K o n i g (1981). Zmiňuje se o postupech ve Finsku, které spočívá ve vyhledání a ochraně tzv. standardních porostů, dále o metodách reprodukce genofondu smrku ztepilého ve Švédsku. Zdůrazňuje význam "polních pokusů" pro záchranu genetických zdrojů lesních dřevin a využití těchto ploch v budoucnu. N a t h e r (1986) navrhuje pro podmínky Rakouska jako základní opatření k reprodukci genových zdrojů lesních dřevin především přirozenou obnovu, zdůrazňuje význam banky osiva a pro budoucnost jako důležitý postup autovegetativní množení, zejména kulturami *in vitro*. G e b u r e k a M u s h (1986) navrhuji k záchraně genofondu jedle bělokoré a buku lesního evakuaci vybraných populací těchto dřevin z imisních oblastí SRN do vybraných oblastí Nového Zélandu a Argentiny. Reprodukční výsadby charakteru "semenných porostů" v československém pojetí jsou v práci blíže charakterizovány co do výběru výchozího materiálu, rozsahu výsadeb. Kalkuluje se s celkovou plochou výsadeb asi 120 ha a počítá se s tím, že osivo, které se v budoucnu v založených porostech bude sklízet, by mělo být reimportováno zpět do SNR. K r a m e r, P a d r o, M e l c h i o r, S t e p h a n, S e r r a n o (1989) informovali v rámci symposia IUFRO ve Zvolenu o analogickém projektu "evakuace" vybraných populací jedle bělokoré z imisních oblastí SNR do jižních Pyrenejí (Španělsko) a o prvních fázích realizace. Komplexní program opatření k záchraně a reprodukci genových zdrojů lesních dřevin pro SNR navrhl M e l c h i o r et al. (1986) a H a t t e m e r (1987).





1. Semenný porost smrku ztepilého. LZ Ledeč nad Sázavou, LS Čerňák - Seed crop stand of Norway spruce. Ledeč nad Sázavou Forest Enterprise, Čerňák Forest Administration



2. Semenný porost borovice lesní. Uznaná jednotka IIA - bor 804 - III - RK, založení 1976. LZ Opočno, LS Týniště nad Orlicí - Seed crop stand of Scotch pine. Certified unit IIA - pine forest 804 - III - RK, year of formation 1976. Opočno FE, Týniště nad Orlicí FA

Jedním z prvků souboru opatření je i zakládání výsadeb k reprodukci genových zdrojů vybraných populací lesních dřevin. Jde prakticky o semenné porosty v česko-slovenském pojetí.

Pokud jde o ČSFR, formuloval námět na zakládání reproduktivních výsadeb typu "semenných porostů" V i n š v roce 1969. Ještě téhož roku byl vypracován a na MLVH ČSR projednán návrh "Směrnice pro zakládání semenných porostů a semenných plantáží" (navrhovatel F. K o t y z a). V roce 1971 byly vydány Směrnice pro zakládání semenných porostů a semenných plantáží a kniha založených semenných porostů, která slouží k registraci a soustavné evidenci semenných porostů a jejich vývoje. V souladu s těmito směrnici se započalo s realizací projektu zakládání semenných porostů. Desetileté dílčí programy se připravují v souvislosti se zpracováním lesních hospodářských plánů.

Informace o postupu zakládání semenných porostů v ČR uveřejnil M a c h a n í - č e k a N o v á k (1980), dále N o v á k (1980) a N o v á k a R a m b o u s e k (1986). L e h o t s k ý (1978) informoval o principech zakládání semenných porostů na Slovensku a uveřejnil současně i výhledový plán do roku 1990, a to pro hospodářsky nejvýznamnější druhy lesních dřevin (smrk, jedle, modřín, borovice lesní, buk a duby). Konkrétní návrhy pro další postup zakládání semenných porostů jako jednoho z prvků opatření k reprodukci genových zdrojů modřínu opadavého, jedle bělokoré a buku lesního formuloval Š i n d e l á ř (1983, 1984, 1986).

#### SOUČASNÝ STAV SEMENNÝCH POROSTŮ V ČR

Podle výkazu vypracovaného VÚLHM, VS v Uherském Hradišti bylo k 31.12.1988 založeno 3150,40 ha semenných porostů. Na této výměře se podílejí dřeviny jehličnaté rozlohou 2841,02 ha, zbytek 319,38 ha připadá na dřeviny listnaté

z celkové plochy semenných porostů, 16% na borovici lesní, 10% na modřín opadavý. Nepatrné výměry zaujímají další dřeviny jehličnaté (jedle bělokorá, douglaska tisolistá). Pokud jde o dřeviny listnaté, bylo až dosud založeno nejvíce semenných porostů dubu, celkem asi 7% z celkové výměry semenných porostů (229,11 ha). Z této plochy jsou asi tři čtvrtiny označovány jako výsadby dubu slavonského. Relativně velmi málo bylo až dosud založeno a uznáno semenných porostů buku, a to pouze 80,27 ha.

Převážná část semenných porostů byla založena uměle (76% plochy), zbytek, tj. 24%, je z přirozené obnovy. Největší podíl semenných porostů z přirozené obnovy připadá na smrk (646 ha), menší výměra (35 ha) na borovici lesní. Pokud jde o buk, pochází převážná část semenných porostů z přirozené obnovy. Menší plochy semenných porostů dalších dřevin (dub, modřín) pocházejí rovněž z přirozených náletů a nárostů. Všechny porosty tzv. dubu slavonského byly založeny uměle.

Uvažujeme-li jednotlivé kraje (jde v podstatě o podniky SL, v jiných kategoriích správy byly založeny - až na výjimky - semenné porosty jen na velmi malých plochách), pohybuje se celková výměra založených semenných porostů v intervalu od 396,66 ha (kraj středočeský) po 754,00 ha (kraj východočeský). V severočeském kraji, kde je podstatná plocha lesů výrazně zasažena imisemi, bylo založeno až dosud jen 30,83 ha semenných porostů.

Uvažujeme-li sedm krajů ČR, resp. sedm podnikových ředitelství státních lesů, pak bylo za posledních asi 15 let založeno v průměru v rámci jednoho kraje asi 30 ha semenných porostů ročně, tedy přibližně asi 2 ha na jednom LZ za 1 rok. Jde tedy o výměru, která u řady LZ nedosahuje ani 1% z celkové zalesňované plochy.

V některých případech řešily podniky a LZ nedostatek vlastního osiva

I. Přehled výměr založených semenných porostů podle krajů a dřevin - A survey of the areas of formed seed crop sands with respect to the regions and tree species

| KRAJ           | Dřevina [ha] |      |        |        |      |       |        | Úhrnem  |
|----------------|--------------|------|--------|--------|------|-------|--------|---------|
|                | SM           | JD   | BOR    | MD     | DG   | BK    | DB     |         |
| Středočeský    | 253,28       | .    | 47,14  | 61,00  | .    | 5,09  | 30,15  | 396,66  |
| Jihočeský      | 388,57       | 3,07 | 60,92  | 29,14  | 8,53 | 7,45  | .      | 497,68  |
| Západočeský    | 328,06       | .    | 81,37  | 6,97   | .    | .     | 14,20  | 430,60  |
| Severočeský    | 0,84         | .    | 7,80   | 16,50  | .    | .     | 5,79   | 30,93   |
| Východočeský   | 348,34       | .    | 274,14 | 74,62  | .    | 10,47 | 46,49  | 754,06  |
| Jihomoravský   | 364,00       | 1,85 | 19,71  | 39,82  | .    | 22,02 | 110,70 | 558,10  |
| Severomoravský | 297,08       | .    | 27,14  | 101,13 | .    | 35,24 | 21,78  | 482,37  |
| Úhrnem         | 1980,17      | 4,92 | 518,22 | 329,18 | 8,53 | 80,27 | 229,11 | 3150,40 |

x) Podle ústřední evidence VÚLHM - VS Uherské Hradiště

k vypěstování sazenic pro semenné porosty přesuny v rámci kraje, v některých případech dokonce nákupem osiva u jiných podniků SL. Tento postup ovšem neodpovídá základnímu cíli, reprodukci genofondu cenných místních populací pokud možno v obdobných ekologických podmínkách, v nichž roste mateřský porost. Docházelo k tomu, že uznané porosty kategorie A, pro které bylo k dispozici dostatek osiva, byly reprodukovány ve velkém množství ploch, naproti tomu jiné dílčí populace nebyly pro založení reproduktivních výsadeb vůbec využívány.

Uvedené skutečnosti dokumentují, že při zakládání semenných porostů se postupovalo v zásadě sice v souladu se směrnicemi z roku 1971, avšak při realizaci hrály značnou roli prvky náhodnosti. Je však známo, že v řadě případů se podniky a závody státních lesů snažily získat osivo z určitých, předem zvolených lesních porostů za cenu mimořádných opatření (např. snahy o sklizeň šišek vysokohorského smrku v Krkonoších aj.).

## ZÁKLADNÍ METODICKÉ A PROVÁDĚCÍ PRINCIPY NÁVRHU DALŠÍHO ZAKLÁDÁNÍ SEMENNÝCH POROSTŮ

Návrh, aniž by revidoval v zásadě směrnice pro zakládání semenných porostů z roku 1971, je pokusem usměrnit další postup tak, aby byly postupně reprodukovány cenné regionální populace (topodemy) všech hospodářsky využívaných lesních dřevin.

Předmětem reprodukce mají být všechny hospodářsky využívané lesní dřeviny. Vedle smrku, borovice, modřinu a dřevin listnatých je třeba zajistit i reprodukci genofondu vybraných dílčích populací jedle bělokoré, kterou nelze považovat za předem "odepsanou" dřevinu pro československé lesní hospodářství. S ohledem na význam pro zalesňování některých typů holin v imisních oblastech počítáme mimo jiné i s reprodukcí vybraných porostů borovice blatky, stromovité formy druhu *Pinus mugo*, a to z vhodných, byť i neuznaných porostů. Do návrhu plánu zakládání semenných porostů je zařazena i reprodukce genových zdrojů vybraných, zdravých a dobře rostoucích porostů některých dřevin cizokrajných (douglé a tisolistá, borovice vejmutovka, ořešák černý). Tzv. slavonský dub nepovažujeme v rámci tohoto návrhu za dřevinu cizokrajnou.

Základem pro semenné porosty jsou uznané porosty kategorie A. Navrhuje se založit semenné porosty i pro lesní dřeviny, pro které v současné době nejsou na řadě LZ uznané porosty k dispozici a kde se připouští sklizeň osiva i z porostů neuznaných. Počítá se s tím, že v souladu s novými směrnicemi, jejichž vydání se připravuje, budou i pro tyto dřeviny porosty vyhledány a k uznání navrženy. Pro jedli bělokorou může být pro zakládání semenných porostů sklizené osivo i z porostů neuznaných.

U lesních dřevin, které zpravidla tvoří souvislejší porosty a vyskytují se v podmínkách ČR většinou jako příměs v porostech jiných dřevin (javory, jilmy aj.), bude mnohdy obtížné uvažovat jako základ pro založení reproduktivních výsadeb (semenného porostu) pouze jediný mateřský porost. Pokud se pro tyto dřeviny v rámci lesní oblasti uznané porosty A event. B vyskytují, je třeba jich pro semenné porosty přednostně využít.

V případě, že porosty tohoto typu v rámci lesní oblasti neexistují, je třeba vycházet z lesní oblasti jako celku a pro založení semenného porostu shromáždit osivo z dostatečného počtu stromů (min. 30 až 50) z celé lesní oblasti. Pro sklizeň osiva je třeba volit fruktifikující stromy alespoň průměrného růstu a jakosti, u nichž je předpoklad křížového opylení pylem stromů rostoucích v okolí a tím sklizeň geneticky i semenářsky hodnotného osiva.

V některých oblastech poškozených imisemi nejsou z titulu ohrožení porosty vůbec uznány (např. v Krušných horách). V těchto případech je možno pro založení semenných porostů volit i osivo sklizené z porostů neuznaných, pokud lze předpokládat, že může jít o porosty autochtonní nebo o porosty sice neznámého původu, avšak se zřetelem na místní podmínky hodnotné.

Pokud jde o volbu porostů pro reprodukci cestou semenných porostů, postupovalo se až dosud většinou náhodně a porosty se zakládaly z osiva, které bylo právě k dispozici. V budoucnu bude třeba

osivo pro zakládání semenných porostů cílevědomě zajišťovat (sledování odkvětu, úrody v porostech, zabezpečení sklizně). Jen tento postup může vést k žádoucímu cíli, tj. k reprodukci genofondu významných dílčích populací lesních dřevin ze všech lesních oblastí.

Návrh plánu zakládání semenných porostů je vypracován na období 1988 až 2000. Toto delší plánovací období je nutné s ohledem na periodicitu semenných roků a čas potřebný k vypěstování sadebního materiálu. Základem pro návrh jsou lesní oblasti a vegetační lesní stupně, resp. jejich soubory.

Je žádoucí, aby semenné porosty vznikaly, v rozsahu co největším, cestou přirozené obnovy všude tam, kde jsou pro tento postup vhodné lesní porosty a vhodné další podmínky. Doporučuje se proto pro tento postup vytypovat spoluprací lesního provozu a Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů, vhodné



3. Semenný porost modřínu opadavého. Uzaná jednotka IIA - MD - 804 - III - RK. LZ Opočno, LS Týniště nad Orlicí - Seed crop stand of European larch. Certified unit IIA - MD - 804 - III - RK. Opočno FE, Týniště nad Orlicí FA

lesní porosty, především v genových základnách a v uznaných porostech kategorie A. V těchto případech nemusí být realizace obnovy vázána jen na období 1988 až 2000 (může být příliš krátké) a lze počítat s dalším obnovním postupem i po roce 2000.

Pokud jde o místo založení semenných porostů, je žádoucí, aby uměle zakládáné porosty byly lokalizovány v rámci LZ a lesní oblasti a v témže souboru lesních vegetačních stupňů, z nichž osivo pochází. Jestliže půjde o materiál z imisních oblastí, bude nutno výsadby založit mimo oblasti působení imisí na lokalitách, kde je možno předpokládat dlouhodobou existenci založených semenných porostů, pokud možno v rámci téže lesní oblasti.

Pokud jde o rozsah semenných porostů, vycházíme z názoru, že pro hospodářsky nejvýznamnější druhy lesních dřevin (sm, bor, md, db, bk) by mělo být pro každou lesní oblast (podle rozsahu a ekologické proměnlivosti) reprodukováno alespoň 3 až 5 dílčích populací (uznaných jednotek). Limitujícím faktorem je ovšem do určité míry i potřebný reprodukční materiál, technická zvládnutelnost aj.). Pro ostatní dřeviny se uvažuje zpravidla menší počet se zřetelem na jejich význam, zastoupení v porostech, možnostech zajištění osiva. Každá dílčí populace by měla být reprodukována alespoň na dvou lokalitách, tedy formou dvou semenných porostů. Pokud jde o výměru semenných porostů, uvažuje se v průměru s rozlohou 2 ha.

Technika zakládání semenných porostů je charakterizována v kapitole 4 Směrnic pro zakládání semenných porostů z roku 1971. Stručné pokyny směrnic doplňujeme některými dalšími náměty a doporučeními.



Technika zakládání semenných porostů je charakterizována v kapitole 4 Směrnic pro zakládání semenných porostů z roku 1971. Stručné pokyny směrnic doplňujeme některými dalšími náměty a doporučeními.

Semenné porosty smrku ztepilého se zakládají tak, aby podíl hlavní dřeviny v porostech obnášel asi 70 až 80%. Jako příměs přichází v úvahu nejčastěji buk, který by měl být využit k založení okrajových pláštíků, zpevňovacích žebířů k zabezpečení porostu proti větru a dále jako skupinová nebo hloučková příměs.

Pokud jde o borovici lesní, přichází v úvahu podle stanovištních podmínek jako příměs v úvahu buk, habr, na chudších stanovištích i dub a bříza. Výjimečně mohou být semenné porosty borovice na bohatších stanovištích zakládány jako výsadby nesmíšené, pokud se počítá s přirozeným vznikem nebo umělým založením spodního patra ve středním věku porostu. Pro spodní etáž přichází v úvahu buk, lípa, habr a dub.

Technika zakládání semenných porostů modřinu může být obdobná jako u borovice lesní. Vhodné je počítat s tvorbou spodní etáže, jejíž založení se dá v porostech modřinu na úrodnějších stanovištích realizovat poměrně brzy, a to již ve věku kolem 30 let.

Semenné porosty douglasky tisolisté lze zakládat analogicky jako semenné porosty smrku ztepilého. Příměs, např. buk, je třeba vysazovat ve větších skupinách s ohledem na rychlý růst douglasky, která ostatní dřeviny, tvořící příměs jednotlivou nebo v menších skupinách, často potlačuje.

Pokud jde o jedli bělokorou, neměla by mít, s ohledem na riziko spojené se sníženou životaschopností, v semenných porostech vyšší plošné zastoupení než 50%. Jako příměs se pro semenné porosty jedle bělokoré hodí zejména buk. Za vhodný typ je možno považovat směs řadovou (např. střídavě 3 až 5 řad jedle se stejným počtem řad buku). U semenných porostů jedle se doporučuje založení okrajových pásů z listnáčů (buk, javor klen), případně i modřinu.

Pro dub letní a zimní lze uvažovat podle podmínek stanovištních, buď zakládání porostů nesmíšených s tím, že podobně jako u modřinu (výjimečně u borovice) bude ve středním věku vytvořena, zpravidla formou podsady, spodní etáž. U dubů přichází v souladu s ustanovením směrnic z roku 1971 v úvahu i forma směsi řadových (např. 2 až 4 řady dubu, 1 nebo 2 řady dřeviny přimíšené). Jako příměs pro semenné porosty dubu přichází v úvahu podle podmínek stanovištních hlavně buk, lípa, habr.

V semenných porostech buku by podíl hlavní dřeviny neměl být menší než 70 až 80%. Jako příměs, zpravidla ve skupinách a hloučcích, se ve vegetačním stupni dubobukovém hodí zejména dub a modřin, v bukovém, jedlobukovém a smrkobukovém modřin, smrk (jedle). Ve vegetačním stupni bukosmrkovém se semenné porosty buku již zpravidla nezakládají.

Pokud jde o ostatní druhy dřevin, jako jsou javory, jilmy, doporučuje se, aby v semenných porostech zastoupení základní dřeviny obnášelo asi 50% porostní plochy. Zbytek by měl zaujímat dřeviny ostatní, vhodné jako příměs. Podle podmínek stanovištních přicházejí v úvahu zejména buk, lípa, habr, v semenných porostech jilmu polního podle poměrů event. i olše. Způsob smíšení může být skupinový (např. šachovnicové střídání skupin o rozměrech 20 x 20 x 30 x 30 m) nebo řadový (např. 3 až 5 řad dřeviny základní vždy vystřídá řadami dřeviny tvořící příměs).

Semenné porosty olše lepkavé, jasanu ztepilého a jasanu úzkolistého je vhodné zakládat, v souladu s citovaným ustanovením směrnic tak, aby hlavní dřevina měla plošné zastoupení asi 70%. V semenných porostech těchto dřevin, které budou zakládány zpravidla na stanovištích obohacených vodou (soubory lesních typů L,U,V), přichází v úvahu jako příměs podle podmínek stanovištních zejména lípa, habr, případně i jilmy a javory. Na stanovištích těchto souborů lesních typů lze navíc počítat v některých případech i se spontánním vznikem spodního patra ze dřevin nejen stromovitých, ale i keřovitých růstů.

V návrhu plánu zakládání semenných porostů jsou zahrnuty i semenné porosty z "Návrhu opatření v imisních oblastech směřujících k záchraně genofondu lesních dřevin na období 1984 až 1995" (realizační výstup - Š i n d e l á ř, 1983).

## VÝHLEDOVÝ PLÁN ZAKLÁDÁNÍ SEMENNÝCH POROSTŮ NA OBDOBÍ 1988 - 2000

Plán zakládání dalších semenných porostů na období je patrný z tab. II. a III. Celkem navrhuje, aby do roku 2000 bylo založeno ve správě MLVD ČR dalších 3000 ha těchto výsad, v lesích spravovaných v ČR Federálním ministerstvem národní obrany 172 ha, v lesích ve správě ostatních resortů a institucí asi 152 ha. Jestliže uvažujeme jen státní lesy ve správě MLVD ČR, pak připadá průměrně

na 1 LZ28 ha, tj. na 1 LZ 1 rok o něco málo více než 2 ha. Tento úkol by měl být pro podniky a závody SL dobře zvládnutelný. Významným předpokladem bude ovšem zajištění vhodného osiva.

Pokud jde o celkové úkoly jednotlivých podniků SL, je nejmenší úkol navržen pro SČSL, celkem 308 ha, největší pak pro SmSL, 600 ha. Tato diferenciacie je důsledkem řady skutečností, které se při zpracování návrhu plánu braly v úvahu. Jde zejména o rozdílnost v celkové výměře lesů, rozmanitost stanovištních podmínek (lesní oblasti, vegetační lesní stupně), rozdílnost v druhové skladbě lesních porostů, stupeň ohrožení populací lesních dřevin škodlivými faktory prostředí, vhodnost stanovišť pro zakládání reprodukčních výsadeb aj.

Z tab. II je dále patrné, že se počítá se zakládáním dalších semenných porostů u všech hospodářsky významných dřevin. Přesto, že dosud byla založena poměrně značná plocha semenných porostů pro smrk ztepilý, navrhuje se založení dalších 672 ha (státní lesy) s ohledem na to, že populace v některých lesních oblastech a vegetačních lesních stupních jsou semennými porosty ještě nedostatečně zajištěny. Počítá se s výrazným pokrokem v zakládání semenných porostů jedle bělokoré, kterým se dosud nevěnovala téměř pozornost. Plocha semenných porostů borovice lesní a modřínu opadavého se má do roku 2000 přibližně ztrojnásobit. Z tab. II je dále patrná výrazná orientace na zakládání semenných porostů dřevin listnatých, a to nejen dubů a buku, ale i druhů ostatních. Navrhované plochy semenných porostů jsou přibližně adekvátní hospodářskému významu jednotlivých druhů dřevin, proměnlivosti a stupni jejich ohrožení. Poměrně značná pozornost se věnuje javoru horskému a dále lípě, především malolisté. Jde o dřeviny, které mohou v určitých podmínkách v druhové skladbě lesních porostů zastoupit buk a velmi přispět jako příměs ke zvýšení stability lesních porostů smíšených s převahou jehličnanů. Jsou zařazeny i některé listnaté dřeviny, které v současné době sice nemají větší hospodářský význam, patří však do lesních ekosystémů na určitých stanovištích a jsou ohroženy. Jde o břek obecný a třešeň ptačí. Navíc jde o druhy, kterým se v lesním hospodářství a v lesnickém výzkumu některých zemí západní a střední Evropy věnuje v poslední době značná pozornost. Celkově lze konstatovat, že z celkové plochy semenných porostů, které jsou navrženy k výsadbě (event. přirozené obnově) do roku 2000, připadá asi 40% plochy na dřeviny listnaté, zatímco na ploše až dosud založených semenných porostů se listnáče podílejí pouze asi 11%.

Z tab. III vyplývá, že formou semenných porostů by měly být reprodukovány populace lesních dřevin ze všech oblastí ČR. Při tom nemusí být semenné porosty lesních dřevin z těchto oblastí realizovány v rámci těchto oblastí, pokud by pro jejich trvalejší existenci nebyly v dané lesní oblasti vhodné podmínky. To platí zcela nebo zčásti především pro oblasti imisní, kde se počítá vesměs se zakládáním reprodukčních výsadeb *ex situ*, ze značné části mimo lesní oblasti, z nichž materiál pochází.

Rozloha reprodukčních výsadeb materiálem z jednotlivých lesních oblastí je různá se zřetelem na rozlohy lesů v jednotlivých oblastech, jejich druhovou skladbou, dále se zřetelem na vegetační pásmovitost aj. Významným kritériem byla i skutečnost, do jaké míry se v jednotlivých oblastech původní nebo pravděpodobně

| Lesní oblast |                                       | StčSL<br>Benešov | JčSL<br>České<br>Budějovice | ZčSL<br>Plzeň | SčSL<br>Teplice | VčSL<br>Hradec<br>Králové | JmSL<br>Brno | JmSL<br>Krnov | Státní<br>lesy<br>MLVD<br>celkem | Vojenské<br>lesy | Ostatní |
|--------------|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------------|--------------|---------------|----------------------------------|------------------|---------|
| číslo        | označení                              |                  |                             |               |                 |                           |              |               |                                  |                  |         |
| 1            | Krušné hory                           |                  |                             | 44            | 36              |                           |              |               | 80                               |                  |         |
| 2a           | Chebská a Sokolovská pánev            |                  |                             | 12            |                 |                           |              |               | 12                               |                  |         |
| 2b           | Mostecká a Žatecká pánev              |                  |                             |               | 16              |                           |              |               | 16                               |                  |         |
| 3            | Karlovarská vrchovina                 |                  |                             | 36            |                 |                           |              |               | 36                               |                  | 32      |
| 4            | Doupovské vrchy                       |                  |                             |               |                 |                           |              |               |                                  | 28               |         |
| 5            | České středohoří                      |                  |                             |               | 60              |                           |              |               | 60                               |                  |         |
| 6            | Západočeská pahorkatina               |                  |                             | 76            |                 |                           |              |               | 76                               |                  |         |
| 7            | Brdská vrchovina                      | 32               |                             | 24            |                 |                           |              |               | 56                               | 32               |         |
| 8a           | Křivoklátsko                          | 108              |                             | 44            |                 |                           |              |               | 152                              |                  | 16      |
| 8b           | Český kras                            | 44               |                             |               |                 |                           |              |               | 44                               |                  |         |
| 9            | Rakovnicko-kladenská<br>pahorkatina   | 28               |                             | 20            | 32              |                           |              |               | 80                               |                  |         |
| 10           | Středočeská pahorkatina               | 64               | 96                          |               |                 | 32                        |              |               | 192                              |                  | 40      |
| 11           | Český les                             |                  |                             | 56            |                 |                           |              |               | 56                               |                  |         |
| 12           | Předhůří Šumavy<br>a Novohradské hory |                  | 84                          | 24            |                 |                           |              |               | 108                              |                  |         |
| 13           | Šumava                                |                  | 80                          | 68            |                 |                           |              |               | 148                              | 52               |         |
| 14           | Novohradské hory                      |                  | 36                          |               |                 |                           |              |               | 36                               |                  |         |
| 15           | Jihočeské pánve                       |                  | 80                          |               |                 |                           |              |               | 80                               |                  |         |

pokračování tab. II.

| Lesní oblast |                                     | StčSL<br>Benešov | JčSL<br>České<br>Budějovice | ZčSL<br>Plzeň | SčSL<br>Teplice | VčSL<br>Hradec<br>Králové | JmSL<br>Brno | JmSL<br>Krnov | Státní<br>lesy<br>MLVD<br>celkem | Vojenské<br>lesy | Ostatní |
|--------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------------|--------------|---------------|----------------------------------|------------------|---------|
| číslo        | označení                            |                  |                             |               |                 |                           |              |               |                                  |                  |         |
| 16           | Českomoravská vrchovina             | 20               | 72                          |               |                 | 64                        | 40           |               | 196                              |                  |         |
| 17           | Polabí                              | 64               |                             |               | 16              | 88                        |              |               | 168                              |                  |         |
| 18a          | Severočeská pískovcová<br>plošina   | 16               |                             |               | 40              |                           |              |               | 56                               |                  |         |
| 18b          | Český ráj                           | 8                |                             |               |                 | 8                         |              |               | 16                               |                  |         |
| 19           | Lužická pískovcová<br>vrchovina     |                  |                             |               | 44              |                           |              |               | 44                               |                  |         |
| 20           | Lužická pahorkatina                 |                  |                             |               | 16              |                           |              |               | 16                               |                  |         |
| 21a          | Jizerské hory                       |                  |                             |               | 32              |                           |              |               | 32                               |                  |         |
| 21b          | Ještěd                              |                  |                             |               | 16              |                           |              |               | 16                               |                  |         |
| 22           | Krkonoše                            |                  |                             |               |                 | 24                        |              |               | 24                               |                  |         |
| 23           | Podkrkonoší                         |                  |                             |               |                 | 52                        |              |               | 52                               |                  |         |
| 24           | Sudetské mezihoří                   |                  |                             |               |                 | 24                        |              |               | 24                               |                  |         |
| 25           | Orlické hory                        |                  |                             |               |                 | 28                        |              |               | 28                               |                  |         |
| 26           | Předhoří Orlických hor              |                  |                             |               |                 | 44                        |              |               | 44                               |                  |         |
| 27           | Hrubý Jeseník                       |                  |                             |               |                 |                           |              | 104           | 104                              |                  |         |
| 28           | Předhoří Hrubého Jeseníku           |                  |                             |               |                 |                           |              | 88            | 88                               |                  |         |
| 29           | Nízký Jeseník                       |                  |                             |               |                 |                           |              | 116           | 116                              |                  |         |
| 30           | Drahanská vrchovina                 |                  |                             |               |                 |                           | 52           |               | 52                               |                  | 40      |
| 31           | Českomoravské mezihoří              |                  |                             |               |                 | 52                        |              | 52            | 104                              |                  |         |
| 32           | Slezská nížina                      |                  |                             |               |                 |                           |              | 20            | 20                               |                  |         |
| 33           | Předhoří Českomoravské<br>vrchoviny |                  |                             |               |                 |                           | 84           |               | 84                               |                  |         |



pokračování tab. II.

| Lesní oblast |                                          | StčSL<br>Benešov | JčSL<br>České<br>Budějovice | ZčSL<br>Plzeň | SčSL<br>Teplice | VčSL<br>Hradec<br>Králové | JmSL<br>Brno | JmSL<br>Krnov | Státní<br>lesy<br>MLVD<br>celkem | Vojenské<br>lesy | Ostatní |
|--------------|------------------------------------------|------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------------------|--------------|---------------|----------------------------------|------------------|---------|
| číslo        | označení                                 |                  |                             |               |                 |                           |              |               |                                  |                  |         |
| 34           | Hornomoravský úval                       |                  |                             |               |                 |                           | 8            | 56            | 64                               |                  |         |
| 35           | Jihomoravské úvaly                       |                  |                             |               |                 |                           | 88           |               | 88                               |                  |         |
| 36           | Středomoravské Karpaty                   |                  |                             |               |                 |                           | 72           |               | 72                               |                  |         |
| 37           | Kelečská pahorkatina                     |                  |                             |               |                 |                           |              | 20            | 20                               |                  | 24      |
| 38           | Bílé Karpaty<br>a Vizovické vrchy        |                  |                             |               |                 |                           | 68           |               | 68                               |                  |         |
| 39           | Podbeskydská pahorkatina                 |                  |                             |               |                 |                           |              | 28            | 28                               |                  |         |
| 40           | Moravskoslezské Beskydy                  |                  |                             |               |                 |                           |              | 64            | 64                               |                  |         |
| 41           | Hostýnsko-vsetínské vrchy<br>a Javorníky |                  |                             |               |                 |                           | 28           | 52            | 80                               |                  |         |
| Úhrnem       |                                          | 384              | 448                         | 404           | 308             | 416                       | 440          | 600           | 3000                             | 172              | 152     |

původní populace lesních dřevin zachovaly. Relativně značné výměry jsou navrhovány např. pro lesní oblast 8a - Křivoklátsko, kde se jedná hlavně o reprodukční výsadby a nárosty z přirozené obnovy (buk, duby). Pro lesní oblast 17 - Polabí, se počítá se značnými plochami semenných porostů nejen pro "východočeskou" borovici, ale i populace dubu, zejména z oblasti LZ Vysoké Chvojno (lokalita Uhersko), dále z oblasti LZ Nymburk a Chlumec nad Cidlinou. Věnuje se pozornost i reprodukci mimořádně cenných populací olše lepkavé z oblasti LZ Nymburk, dále Mělník, částečně i Litoměřice.

V podrobných projektech, předaných PŘ SL, jsou specifikovány LZ, lesní oblasti a vegetační lesní stupně, odkud by měl být materiál, podle jednotlivých dřevin pocházet. Pokud jde o umístění semenných porostů *ex situ*, počítá se s tím, že vhodná místa zvolí podniky a závody státních lesů ve spolupráci s pracovišti a pracovníky Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů.

## DISKUSE

Metodické principy zakládání semenných porostů jsou stanoveny směrnicemi pro zakládání semenných porostů (1971), způsob evidence je upraven tím, že se vede "Kniha založených semenných porostů". Od vydání směrnic uplynule sedmnáct let a během prací, které nebyly rozsahem malé, byly získány určité zkušenosti. Je proto možné v rámci diskuse vyjádřit názor o tom, do jaké míry dosavadní směrnice vyhovují, případně jaké úpravy nebo změny by byly žádoucí. Některé připomínky a doporučení, které představují odchylky od směrnic, byly zmíněny a zdůvodněny již v předchozích kapitolách. Proto se v rámci diskusních poznámek omezujeme pouze na problémy, které vyžadují poněkud podrobnější analýzu.

Je možno konstatovat, že "Směrnice" v podstatě vyhovují základnímu poslání, tj. uchovat a reprodukovat genové zdroje určitých konkrétních populací, v našem případě porostů uznaných ke sklizni osiva kategorie A. Ve směrnících je zdůrazněno, že výchozím materiálem pro založení semenného porostu je osivo (sazenice), získaného z jednoho "plus" porostu. Tento postup je plně oprávněný pro dřeviny, které tvoří zpravidla základní druhovou složku lesních porostů. Tento princip však není, jak již bylo zmíněno, většinou splnitelný u těch dřevin, které tvoří v lesních porostech obvykle jen menší příměs nebo jsou v porostech pouze vtroušeny. V těchto případech je možné populaci, kterou je třeba formou semenného porostu reprodukovat, chápat jako populaci regionální - topodem (v rámci lesní oblasti a souboru vzájemně slučitelných vegetačních lesních stupňů) a výchozí materiál pro založení reprodukčních výsadb zajišťovat v tomto rámci. Může jít např. o semenný porost javoru horského z lesní oblasti 13 - Šumava, vegetačních lesních stupňů 5 až 7.

Směrnice uvažují s tím, že reprodukce vybraných porostů se bude realizovat výhradně uměle, vesměs sadbou. Praxe však naznačila možnosti reprodukovat vybrané populace lesních dřevin *in situ* přirozenou obnovou v případech, kdy ekologické a ostatní poměry tento postup umožňují. Tento způsob obnovy má řadu výhod a je proto třeba jej podporovat a do budoucna rozvíjet všude tam, kde jsou pro aplikaci vhodné předpoklady.

III. Návrh na zakládání semenných porostů na období 1988 - 2000. Sumář podle podniků a dřevin - A proposal of the formation of seed orchard stands in 1988 - 2000. A summary with respect to the enterprises and tree species

| Podnikové<br>ředitelství SL | sm  | jd  | bor | bl | boč | vj | md  | dg | db  | bk  | js | kl  | jv | jl | hb | lp | ol | oř | bř | tř | brk |
|-----------------------------|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Benešov                     | 28  | 32  | 56  | -  | 4   | -  | 36  | 8  | 80  | 76  | 12 | 12  | 4  | 8  | 8  | 8  | 8  | -  | -  | -  | 4   |
| České<br>Budějovice         | 148 | 64  | 84  | -  | -   | -  | 16  | 12 | 32  | 60  | -  | 8   | -  | 4  | -  | 20 | -  | -  | -  | -  | -   |
| Plzeň                       | 124 | 40  | 100 | 8  | -   | 8  | 4   | -  | 24  | 76  | -  | 16  | -  | -  | -  | 4  | -  | -  | -  | -  | -   |
| Teplice                     | 80  | -   | 52  | -  | -   | -  | -   | -  | 36  | 76  | 16 | 28  | 4  | -  | 4  | 4  | 4  | -  | -  | -  | 4   |
| Hradec Králové              | 112 | 36  | 92  | -  | -   | 4  | 28  | 4  | 48  | 80  | -  | 8   | -  | -  | -  | -  | 4  | -  | -  | -  | -   |
| Brno                        | 52  | 48  | 44  | -  | -   | -  | 60  | -  | 80  | 92  | 16 | 12  | -  | -  | -  | 20 | 8  | 4  | -  | 2  | 2   |
| Krnov                       | 128 | 72  | 40  | -  | -   | 12 | 132 | 4  | 32  | 116 | 12 | 24  | -  | 4  | -  | 12 | 8  | -  | 4  | -  | -   |
| SL celkem                   | 672 | 292 | 468 | 8  | 4   | 24 | 276 | 28 | 332 | 576 | 56 | 108 | 8  | 16 | 12 | 68 | 32 | 4  | 4  | 2  | 10  |
| Vojenské lesy               | 56  | 16  | 28  | -  | -   | -  | 4   | -  | -   | 48  | 4  | 12  | -  | -  | -  | 4  | -  | -  | -  | -  | -   |
| Ostatní                     | 20  | 8   | 28  | 4  | -   | -  | 20  | 4  | 20  | 40  | -  | -   | -  | -  | 4  | 4  | -  | -  | -  | -  | -   |
| Úhrnem                      | 748 | 316 | 524 | 12 | 4   | 24 | 300 | 32 | 352 | 664 | 60 | 120 | 8  | 16 | 16 | 76 | 32 | 4  | 4  | 2  | 10  |

Základním principem a smyslem zakládání semenných porostů je reprodukce pokud možno úplného nebo relativně co nejširšího genového spektra mateřské populace. Této otázce věnují směrnice pozornost v kapitole 6 ustanovení, že z porostů, který má být reprodukován, je třeba sklízet šišky (plody, semena), nejméně z 25 - 30 nej kvalitnějších stromů, při čemž se zdůrazňuje, že čím větší počet stromů, tím lépe. S ustanovením směrnic je možno i dnes v podstatě souhlasit. I když pro návrh úpravy nejsou k dispozici dostatečné konkrétní podklady (minimální potřebný počet jedinců k zajištění podstatné části spektra genů může být rozdílný podle dřevin a podle genetické struktury různých populací v rámci druhu), navrhuje se zvýšit minimální počet stromů na 50 a více diferencovaně podle plánované plochy semenného porostu. Navíc je žádoucí, aby se sklizeň uskutečňovala pokud možno po celém porostě, nikoli pouze na stromech sousedních nebo rozmístěných jen v malé části porostu. Tento postup, dobře realizovatelný zejména při sklizni šišek a plodů ze stojících stromů, má vyloučit možnost, že reprodukční materiál bude sklizen ze stromů po stránce geneticky příbuzných. Určitou příbuznost lze předpokládat především u stromů sousedních nebo rostoucích na určitém omezeném prostoru v těch případech, jestliže porost vznikl z přirozené obnovy (společné stromy mateřské).

Smyslem zakládání semenných porostů je reprodukce genových zdrojů pokud možno v co největší úplnosti. Může být proto diskusní ustanovení směrnic, že se má sklizeň reprodukčního materiálu uskutečňovat z nej kvalitnějších stromů, přednostně i případně z výběrových stromů, pokud byly v porostu vyhledány a vyznačeny. Toto ustanovení představuje určitý způsob selekce, která by mohla být spojena s více či méně výraznou změnou genetické struktury nově zakládané populace, ve srovnání s populací mateřskou, až po event. ztrátu některých genů. Aby se tyto možné změny omezily, bylo by vhodné sklízet reprodukční materiál z fruktifikujících předrůstavých a úrovňových stromů více méně rovnoměrně rozmístěných po porostě.

Genetické spektrum nově zakládané populace (semenného porostu) je i v dalších stadiích reprodukčního procesu určitým způsobem ovlivňováno. Všechna stadia vývoje až po výsadbu probíhají v podmínkách, které jsou více nebo méně antropogenně ovlivňovány. Tím dochází k selekci, což může být spojeno hypoteticky i s určitým snížením adaptačního potenciálu populace. Je proto žádoucí dbát na to, aby práce spojené se zajišťováním biologického materiálu byly ve všech stadiích pokud možno co nejméně antropogenně ovlivňovány tak, aby adaptační potenciál populace byl až do fáze výsadby na kulturní plochu uchován. Jde např. o to, pěstovat semenáčky a sazenice tradičními postupy v lesních školkách jako prostokořenné sazenice, upustit od třídění sazenic pro výsadbu (vylučovat pouze sazenice se sníženou životaschopností, s neuspokojivým zdravotním stavem a jinými závažnými defekty) volit pokud možno tradiční způsoby výsadby (jamková, štěrbínová podle dřeviny a morfologických vlastností sazenic), upustit pokud možno od používání herbicidů atd.

Ve směrnících pro zakládání semenných porostů z roku 1971 jsou v kapitole 4 mimo jiné stanoveny i zásady pro volbu počtu sazenic na jednotku plochy při výsadbě. Připouštět se poněkud volnější spony než při běžném zalesňování. Domníváme se, že i pro výsadbu semenných porostů by mohly platit obecně používané normy počtu sazenic vysazovaných na jednotku plochy. Zabezpečení žádoucího vývoje kmene a koruny by mělo být pak regulováno v semenných porostech v rámci výchovy

(prořezávky, první probírky). Počet sazenic pro modřín opadavý, stanovený směrnicemi (2,4 - 3 tisíce sazenic na 1 ha) je nízký s ohledem na značnou variabilitu jakosti (tvárnosti) kmene populací v ČR.

Směrnice z roku 1971 pochopitelně předpokládají výchovné zásahy v semenných porostech a příslušný evidenční formulář I/30 je zařazen do knihy založených semenných porostů. Způsob výchovy v semenných porostech směrnice neřeší s ohledem na to, že v období zakládání otázka výchovy nebyla ještě akutní. V současné době, kdy některé semenné porosty dosáhly již 15, případně i více let, je realizace výchovných zásahů (prořezávky, první probírky) v mnohých porostech nezbytná. Návrh na způsob výchovy v semenných porostech smrku ztepilého, borovice lesní byly zpracovány a jsou zahrnuty do rámce "Modelů výchovy lesních porostů" (P a ř e z a C h r o u s t, 1988). Dodatečně bude třeba řešit základní principy výchovy v porostech modřínu, smrku a dubů, kde zásahy jsou v současné době v řadě výsadeb aktuální. Totéž platí pro semenné porosty, které vznikly z přirozené obnovy. Jedním ze základních principů výchovy v semenných porostech, k nimž patří v první řadě stabilita, dostatečný rozvoj asimilačního aparátu stromů hlavního porostu, je snaha udržovat pokud možno úplné spektrum genů v populaci. Výchovné zásahy by proto, i když musí být realizovány i s ohledem na stabilitu budoucích porostů, měly sledovat, podporovat a urychlovat přirozený výběr v porostu, s patřičným zřetelem k zdravotnímu stavu a případným jiným defektům jedinců tvořících porost.

Záznam o založení semenného porostu, který je obsahem "Knihy založených semenných porostů" (1971), obsahuje dostatečný počet informací potřebných pro evidenční účely. V rámci oddílu I/2 Záznam o původu osiva a sazenic určených pro založení semenného porostu, se jeví jako účelné, do rubriky "Jiné údaje" zaregistrovat počet stromů, z nichž byly šišky (plody, semena) sklizeny a zaznamenat způsob, jak byl reprodukční materiál získán (ze stojících stromů, z pokácených stromů, sběrem pod stromy aj.), dále údaje o rozmístění stromů, z nichž se sklizeň uskutečnila.

Celkově lze konstatovat, že "Směrnice pro zakládání semenných porostů" a "Kniha založených semenných porostů" přesto, že od vydání uplynulo 17 let, je v podstatě nadále dobře upotřebitelná, zejména tehdy, bude-li možno respektovat doporučení, formulovaná a zdůvodněná v tomto příspěvku.

Semenné porosty v ČR bývají v některých případech předmětem kritiky a jejich existence a další zakládání se zpochybňuje. Argumentuje se tím, že pro zachování a reprodukci genových zdrojů v lesních hospodářství plně postačí semenné sady různých typů, dále pak genové základny a porosty uznané ke sklizni osiva kategorie A. Zdůrazňuje se skutečnost, že reprodukce lesních dřevin jak v genových základnách, tak i v uznaných porostech kategorie A se může a má realizovat cestou přirozené obnovy.

Tyto názory a závěry neberou v úvahu skutečnost, že s ohledem na změny prostředí, zejména znečištění ovzduší, nelze v podmínkách ČR genové zdroje uchovat ve všech případech *in situ*.

Návrh na zakládání semenných porostů v současném pojetí vznikl téměř před dvaceti lety, především jako opatření k záchraně a reprodukci genových zdrojů lesních porostů ohrožených imisemi a nutností reproduktivní výsadby zakládat *ex situ* tj. v podmínkách, které by zaručovaly trvalejší existenci těchto výsadeb. Navíc je třeba zachránit a reprodukovat genové zdroje řady autochtonních, přestárálých porostů,



které nelze přirozeně zmladit, a které pro jejich zdravotní stav a narušení různými škodlivými vlivy nelze již delší dobu předržovat.

Bylo zdůrazněno, že je třeba dát přednost reprodukci cenných populací *in situ* cestou přirozené obnovy všude tam, kde jsou pro tento postup vhodné podmínky. Cenové zdroje reprodukováné sadbou *ex situ* jsou, jak již bylo zmíněno, zatíženy tím, že veškerá stadia přípravných prací až po výsadbu probíhají ve více nebo méně výrazně pozměněných podmínkách a to antropogenními vlivy. Adaptace na nové stanovištní podmínky se může proto po výsadbě realizovat již s pozměněným, zpravidla zúženým adaptačním potenciálem. Tyto skutečnosti nutno brát v úvahu, jde-li o populace ohrožené a *in situ* nereprodukovatelné. Extremním případem těchto postupů je "evakuace" genetických zdrojů (H a t t e m e r, 1988).

Chceme-li udržet genové zdroje populací, které nelze *in situ* reprodukovat, představují semenné porosty vhodné a schůdné řešení.

Klonové archivy a semenné sady různých typů jsou jedním z významných opatření k uchování a reprodukci genofondu jednotlivých vybraných stromů, nikoli však celých populací.

Důležitou skutečností pro zakládání semenných porostů je podrobná evidence původu a celého vývoje porostů, tak jak je předepsaná v knize založených semenných porostů. Hodnota záznamu ovšem spočívá ve spolehlivosti a pečlivosti jejich vedení.

Názor, že zakládání semenných porostů je plýtvání prací a finančními prostředky, je nereálný a neodůvodněný. Semenné porosty jsou součástí plánu zalesnění jednotlivých LZ. Práce spojené se zakládáním a ošetřováním semenných porostů se realizují prakticky běžnými provozními postupy. Intenzivní ochrana proti škodám zvěří oplocením se uplatňuje nejen u semenných porostů, ale i u řady dalších výsadeb v rámci LZ. Navíc navrhované úkoly v dalším zakládání semenných porostů představují v průměru méně než 1% z celkových zalesňovacích úkolů.

Reproduktivní výsadby typu semenných porostů nejsou realizovány jen v ČSFR, ale i v řadě dalších zemí Evropy, jak již bylo zmíněno v úvodu a přehledu literatury. Účelnost a nezbytnost prací podobného charakteru naznačují mimo jiné i rozsáhlé akce v posledních letech navrhované, a z části již realizované např. v SRN.

## ZÁVĚR

V souladu s principy směrnic pro zakládání semenných porostů z roku 1971, praktickými zkušenostmi získanými během více než 15 let a novými poznatky z ČSFR a ze zahraničí je třeba reproduktivní porosty (semenné porosty) považovat nadále za významný prvek v soustavě opatření k záchraně a reprodukci genových zdrojů ohrožených populací lesních dřevin. Je proto potřebné v dalším zakládání semenných porostů pokračovat. Navržený plán (tab. II a III) představuje pro podniky a závody SL a ostatní uživatele lesů rámec pro práce na období do r. 2000.

Doporučuje se, aby se v první řadě věnovala pozornost možnostem vytvářet semenné porosty cestou přirozené obnovy *in situ* všude tam, kde jsou pro tento postup vhodné předpoklady.

Genové zdroje cenných, především původních populací lesních dřevin, které nelze reprodukovat přirozenou obnovou, především v imisních oblastech, bude nutno - tak jako dosud - nadále reprodukovat umělými výsadbami, většinou *ex situ*.

Směrnice pro zakládání semenných porostů a kniha založených semenných porostů z r. 1971 může být nadále v základních směrech využívána jako metodický a evidenční základ dalšího zakládání semenných porostů. Doporučuje se při dalších pracích vzít v úvahu návrhy změn a doplňků formulované v tomto příspěvku. Změny a doplňky bude třeba uplatnit v případném novelizovaném vydání směrnic. Bude třeba zvláště zdůraznit tyto principy:

- Vhodnost zakládání semenných porostů *in situ* cestou přirozené obnovy všude tam, kde jsou pro tento postup vhodné podmínky.

- Jako základ pro semenné porosty dřevin, které se vyskytují v lesních porostech zpravidla jen jako malá příměs (javor horský, jilmy, lípy aj.) volit celou lesní oblast a soubory vzájemně slučitelných vegetačních lesních stupňů.

- Zabezpečit co nejširší genetické spektrum výchozích materiálů pro zakládání semenných porostů (sklizeň šišek, plodů, semen minimálně ze 40 až 50 stromů) a dbát na to, aby i další práce, spojené se zajišťováním biologického materiálu byly ve všech stadiích jen v nejnútnejší míře antropogenně ovlivňovány. Totéž platí i pro práce konané v průběhu růstu a vývoje semenných porostů.

## Literatura

GABUREK, Th., MUHS, H.J.: Evakuierungen zur Erhaltung forstlicher Genressourcen der Tanne und Buche. Forstarchiv, 57, 1986, s. 47-52.

HATTEMER, H.H.: Genressourcen und Genkonservierung. In: Forum-Genetik-Forstwirtschaft, 5. zasedání, Innsbruck, 1987, FBVA Bericht, s. 43-50.

KÖNIG, A.: Über genetische Ressourcen bei der Fichte. Allg. Forstzeitschrift, 41, 1986, č. 18, s. 425-427.

KRUTZSCH, P.: Forest gene resources in Sweden. Silva Fennica 16, 1982, č. 2, s. 215-218.

LEHOTSKÝ, L.: Zakládání semenných porostů. Les, 34, 1978, č. 9, s. 324-326.

MACHANÍČEK, J., NOVÁK, P.: Semenné porosty v ČR. Zpr. lesn. Výzk., 1980, č. 2, s. 13-14.

MELCHIOR, G.H., STEPHAN, B.R., KRAMER, W., PADRO, A., SERRANO, J.: Zur Evakuierung von Weisstannenherkünften (*Abies alba* Mill.) in die Pyrenäen Spaniens. In: IUFRO Tannensymposium - Zusammenfassungen der Referate, Zvolen, 1987, s. 31.

MELCHIOR, G.H., MUHS, H.J., STEPHAN, B.R.: Taction for the conservation of forest gene resources in the Federal Republic of Germany. Forest Ecology and Management, 17, s. 73-81.

MELCHIOR, G.H., STEPHAN, B.R., KRAMER, W., PADRO, A., SERRANO, J.: Zur Ökologie und zum Waldbau der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in Spanien sowie erste Schritte zu einer Evakuierung von Herkünften in die Pyrenäen. 5. IUFRO Tannensymposium Zvolen, 1987, s. 113-129.

NATHER, J.: Waldbauliche Massnahmen zur Erhaltung der genetischen Vielfalt. Allg. Forstzeitung, 1986, s. 64-65.

NOVÁK, P.: Semenné porosty z přirozeného zmlazení. Zpr. lesn. Výzk. 1980, č. 4, s. 12-17.

NOVÁK, P., RAMBOUSEK, J.: Základna založených semenných porostů v ČR v 7. pětiletce. Zpr. lesn. Výz., 31, 1986, č. 3, s. 22-26.

ŠINDELÁŘ, J.: Inventarizace genofonu buku lesního jako základ opatření pro jeho udržení, reprodukci a využití. Práce VÚLHM 63, 1983, s. 9-47.

ŠINDELÁŘ, J.: Zachování, reprodukce a dokonalejší využití genofonu modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill.) v ČR se zvláštním zřetelem k modřínu jesenickému, Lesnictví, 30, 1984, č. 7, s. 569-587.

ŠINDELÁŘ, J.: Návrh opatření v imisních oblastech směřující k záchraně genofonu lesních dřevin na období 1984-1995. Závěrečná zpráva a realizační výstup VÚLHM Jíloviště Strnady, 68 s.

ŠINDELÁŘ, J.: Přehled dosavadních opatření k záchraně a reprodukci genofonu lesních dřevin z imisních oblastí. Lesn. Práce, 1984, s. 392-401.

ŠINDELÁŘ, J.: Využijme posledních možností k záchraně a reprodukci genofonu jedle bělokoré v ČR. Lesn. Práce, 1986, č. 6, s. 440-451.

ŠINDELÁŘ, J.: Komplexní prováděcí projekty k realizaci opatření k záchraně a reprodukci genofondu lesních dřevin. VÚLHM Jíloviště Strnady, 1987, 114, s. rukopis.

TODA, R.: Preservation of gene pool in forest tree populations. IUFRO, sekce 22, Šumarski list, 1966, č. 2, s. 72-75.

Kniha založených semenných porostů. Vydalo MLVH ČSR Praha, 37 s.

Kolektiv VÚLHM Jíloviště Strnady: Pro záchranu genofondu lesních dřevin v oblastech ohrožených imisemi. Lesn. Práce, 1980, č. 6, s. 272-274.

Směrnice pro zakládání semenných porostů a semenných plantáží. MLVH ČSR, 1971, Praha, 37 s.

Došlo dne 23.9.1989

ŠINDELÁŘ, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady): *Problems of future formation of seed crop stands in the Czech Republic*. Lesnictví, 36, 1990 (10): 807-824.

The forests and environment are exposed to the menace of a complex of abiotic and biotic factors, first of all of anthropogenic influences (air pollution). This is the reason why the conservation and reproduction of gene pools has been a topical problem in the CR. A programme of measures has been worked out which is being introduced into practice at the present time. The topics of the programme are as follows: conservation and utilization of forest preserves, formation of gene banks, certification and utilization of forest stands for seed harvest, selection of elite trees, formation of clone archives, seed orchards, forest seed banks, etc. Another important component in the complex of measures are reproductive plantations of certain autochthonous populations of forest species, so called seed crop stands. 3150 hectares of reproductive plantations have been laid out up to now with commercially important tree species like Norway spruce, Scotch pine, European larch, European beech and oak. About a quarter of these areas comes from natural regeneration. Another 3324 hectares of reproductive areas are planned to be formed by the year 2000 so that the reproduction of the gene pools of all commercially important forest species will be covered in different forest regions. Besides the methodical principles worked out for the formation and tending of seed crop stands, in forestry practice is used a book of formed seed crop stands where the reproductive populations and the cultural treatments made in these populations are recorded. The seed crop stands are also filed in the documents of forest management. There is a trend of *in situ* formation of seed crop stands to a greater extent by means of natural regeneration. The gene pools of forest stands in the areas with air pollution menacing their very existence, and the natural regeneration of which is not realistic, neither could the progenies of which survive in the local conditions, are evacuated to suitable areas without any greater air pollution. The seed crop stands are supposed to be in the CR in the future an important component in the complex of measures taken for the conservation of forest species gene pools.

forestry genetics; gene pools of forest species; conservation and reproduction

---

Adresa autora :

Ing. Jiří Š i n d e l á ř , CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady,  
Praha 5, Zbraslav

---

# RAST A STATICKÉ VLASTNOSTI VÝŠKOVÝCH PROVENIENCIÍ SMREKA OBYČAJNÉHO NA TRVALÝCH VÝSKUMNÝCH PLOCHÁCH V SR

J. Konôpka, M. Šimiak

KONÔPKA, J. - ŠIMIÁK, M. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen): *Rast a statické vlastnosti výškových proveniencií smreka obyčajného na trvalých výskumných plochách v SR*. Lesníctví, 36, 1990 (10): 825-842.

V práci sa hodnotí rast a statické vlastnosti domácich proveniencií smreka vo veku 20 rokov od výsevu semena, pestovaných v rozličných nadmorských výškach. Najväčší rast sa zistil pri provenienciách z nižších nadmorských výšok (približne do 1000 až 1100 m n.m.). Proveniencie z vysokých nadmorských výšok (nad 1000 až 1100 m n.m.) mali pomalší rast (najmenší z najväčšej nadmorskej výšky). Proveniencie z najmenších nadmorských výšok (700 až 800 m n.m.) spravidla zaostávali za provenienciami z vyšších nadmorských výšok (900 až 1000 m n.m.). Najväčší rast sa spravidla zistil vtedy, keď nadmorská výška lokality pestovania koincidovala s nadmorskou výškou proveniencie (jednoznačne sa to prejavilo v nadmorských výškach 900 - 1000 m n. m.). Hodnoty štihlостného koeficienta stúpali s nadmorskou výškou proveniencie. Podľa miesta pestovania najväčší rast sa zistil v nadmorských výškach od 600 do 900 m n.m. (smerom nahor a nadol sa rast zmenšoval). Celkove najmenší rast mala proveniencia z najvyšších (potom z najnižších) nadmorských výšok. Čím sa viac proveniencia vzd'alovala z pôvodného miesta pestovania, tým bol jej rast nižší. Hodnoty štihlостného koeficientu klesali s nadmorskou výškou miesta pestovania.

smrek obyčajný; výškové proveniencie; rast a statická stabilita

Smrek obyčajný je na Slovensku jednou z najrozšírenejších a hospodársky najvýznamnejších drevín. Jeho plošné zastúpenie dosahuje 26,4% (Údaje inventarizácie lesov Slovenska, 1980).

Výškové rozpätie prirodzeného rozšírenia a pestovania smreka v jednotlivých orografických celkoch Slovenska je pomerne veľké. Zaberá polohy zhruba od 400 až 500 do 1400 až 1500 m n.m. Takto výškové rozpätie vertikálneho rozšírenia smreka na Slovensku dosahuje okolo 1000 m (Holubčík, 1977). Z uvedených dôvodov majú výškové proveniencie tak z produkčného, ako aj z hľadiska statickej stability veľký význam.

## PROBLEMATIKA A CIEĽ PRÁCE

Zatiaľ čo vplyv výškových proveniencií smreka na rast a vývoj založených porastov sledovalo viacero autorov (napr. Holzer, 1963; Ruden, 1956, 1965; Holubčík, 1966), menej pozornosti sa venovalo ich statickej stabilite. Skúsenosti nám však

ukazujú, že zachovanie statickej stability smrekových porastov je základnou podmienkou ich pestovania. Svedčí o tom každoročný rozsah náhodných ťažieb spôsobených abiotickými činiteľmi (vetrom, snehom a námrazou).

Je všeobecne známou skutočnosťou, že statické vlastnosti smrekových porastov sú tým priaznivejšie, čím rastú vo vyššej nadmorskej výške. Kmene stromov rastúcich vo vysokých nadmorských výškach sú zbiehavejšie, koruny majú užšie, mení sa spôsob vetvenia atď. Spádovitost' kmeňov sa najčastejšie posudzuje pomocou štíhlostného koeficienta. Čím je tento nižší, tým sú kmene spádovitejšie, teda odolnejšie. Viacerí autori (Vincent, 1933; Holubčík, 1968, 1975; Kodrík, 1966, 1969; Konôpka et al., 1987) poukázali na úzku závislosť medzi nadmorskou výškou a štíhlostným koeficientom (štíhlostný koeficient klesá s nadmorskou výškou). Traduje sa názor, že smrekové porasty pochádzajúce z nižších nadmorských výšok vysadené vo vyšších polohách, najčastejšie rozvracajú abiotické škodlivé činitele. Uvedené poznatky nie sú však náležite doložené konkrétnymi dôkazmi, či výsledkami výskumu. Z uvedených dôvodov sa týmto otázkam venuje taktiež VÚLH vo Zvolene.

Cieľom tejto práce je zhodnotiť rast a statické vlastnosti smrečín založených z rozličných výškových proveniencií. Ako podklad sa použijú trvalé provenienčné výskumné plochy.

## METÓDA

Podkladom pre riešenie problematiky boli výsledky meraní Šimíak (jeseň 1984) z hodnotenia rastu rôznych proveniencií smreka vo veku 20 rokov (15 rokov od vysadenia) na plochách Veľký Lom (VLM Pliešovce) 450 m n. m., Bujakovo (LZ Brezno, LHC Brezno) 675 m n. m., Zelenô (LZ Beňuš) 740 m n. m., Luxová (Inštruktážny objekt VÚLH, VZ Biely Váh) 1010 m n. m., Mutné (LZ Oravský Podzámok, LHC Lokca) 1175 m n. m.

Jednotlivé proveniencie sa na uvedených provenienčných plochách vysadili v rámci provenienčného pokusu IUFRO 1964/68 založeného doc. ing. Milanom Holubčíkom, CSc. Menovaný zozbieral rozsiahly materiál smrekového semena z jeho rozšírenia v strednej Európe. Celkove ide o 83 rôznych proveniencií. Pre účely nášho vyhodnotenia sme sa zamerali iba na proveniencie z územia Slovenska. Ide o proveniencie týchto oblastí a nadmorských výšok: Beňuš 700 m n. m., Tatranská Lomnica 800 m n. m., Čierny Váh 800 m n. m., Červená Skala 920 m n. m., Podspády 920 m n. m., Tatranská Kotlina 920 m n. m., Čierny Váh 950 m n. m., Spišské Bystré 950 m n. m., Račková 960 m n. m., Červená Skala 1000 m n. m., Kráľova Hoľa 1000 m n. m., Habovka 1000 m n. m., Tatranská Lomnica 1450 m n. m. Spolu predstavujú osem rôznych výškových proveniencií (700, 800, 900, 920, 950, 960, 1000 a 1450 m n. m.).

Semenom z týchto oblastí rôznych nadmorských výšok (spolu z 300 stromov) sa na jar 1964 vysialo v škôlke VÚLH v Kysihýbli (540 m n. m.). Po druhom roku sa všetky semenáčky zaškôľkovali v škôlkárskom stredisku Drakšiar (620 m n. m. - LZ Beňuš). V roku 1969 sa sadenice (vo veku 5 rokov) vysadili na jednotlivé provenienčné plochy v rôznych nadmorských výškach (450, 675, 740, 1010, 1175 m n. m.).

Zo spomínaných piatich provenienčných plôch sa tri plochy Veľký Lom (450 m n. m.), Bujakovo (675 m n. m.) a Mutné (1175 m n. m.) rozdelili na tri opakovania. V rámci opakovania je 7 x 7 plôšok, kde sa vysadilo na každej ploche v spone 2 x 2 m po 49 sadeníc smreka. Plochy Zelenô (740 m n. m.) a Luxová (1010 m n. m.) sa rozdelili obdobne na tri opakovania. V rámci opakovania sú 4 x 3 plôšky s rovnakým počtom vysadených sadeníc.

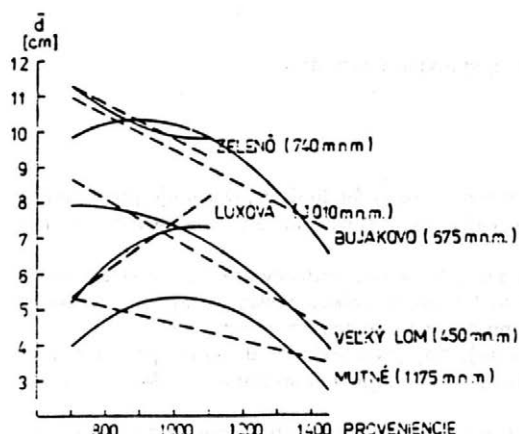
Z meraní vykonaných Šimíakom na jeseň 1984 (vek 20 rokov od výsevu) sme pre posúdenie rastu jednotlivých proveniencií vybrali strednú hrúbku ( $d$ ) a strednú výšku ( $h$ ) každej proveniencie (Ši-



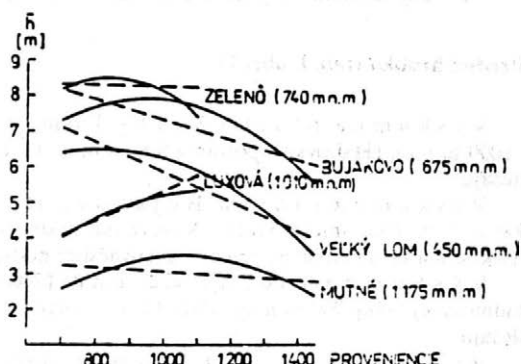
m i a k , 1985). Ako ukazovateľ statickej stability sa zvolil štiřlostný koeficient

$$\left( \varphi = \frac{h}{100 \cdot d} \right).$$

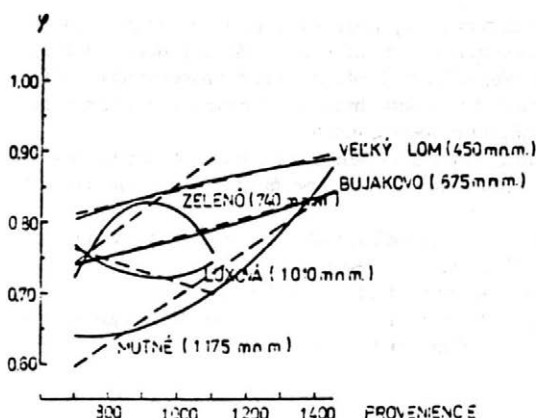
Skutočné hodnoty sa ďalej vyrovnali (priamkou a krivkou) jednak podľa výškových proveniencií, ako aj podľa nadmorských výšok miesta pestovania. Kvôli väčšiemu prehľadu sa pri vyrovnaní použila priemerná hodnota  $\bar{d}$ ,  $\bar{h}$  a  $\varphi$  jednotlivých proveniencií.



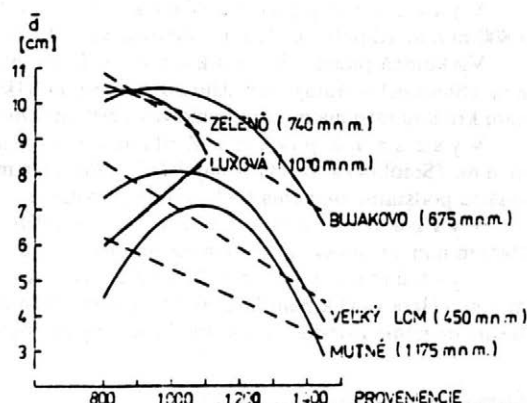
1. Hrúbkový rast smreka rozličných výškových proveniencií pestovaných v rovnakej nadmorskej výške - The diameter growth of spruce of different height provenances grown at identical heights above sea level



2. Výškový rast smreka rozličných výškových proveniencií pestovaných v rovnakej nadmorskej výške - The height growth of spruce of different height provenances grown at identical heights a.s.l.



3. Štiřlostný koeficient smreka rozličných výškových proveniencií pestovaných v rovnakej nadmorskej výške - The slenderness coefficient of spruce of different height provenances grown at identical heights a.s.l.



4. Hrúbkový rast smreka rozličných výškových proveniencií pestovaných v rovnakej nadmorskej výške (Vysoké Tatry + Beskydy) - The diameter growth of spruce of different height provenances grown at identical heights above sea level (Vysoké Tatry + Beskydy)

Hodnotenie sa vykonalo dvojakým spôsobom. Porovnal sa rast a statické vlastnosti smreka rozličných výškových proveniencií pestovaných v rovnakej nadmorskej výške a opačne, rast a statické vlastnosti smreka tej istej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach.

Aby sa vylúčil vplyv zemepisnej šírky, resp. zohľadnili odlišnosti vyplývajúce zo zvláštností orografických celkov, celý súbor výškových proveniencií za Slovensko sa rozdelil na dve časti: Vysoké Tatry + Slovenské Beskydy a Nízke Tatry + Slovenské rudohorie.

## RAST A STATICKE VLASTNOSTI SMREKA ROZLIČNÝCH VÝŠKOVÝCH PROVENIENCIÍ PESTOVANÝCH V ROVNAKEJ NADMORSKEJ VÝŠKE

### ZHODNOTENIE CELÉHO SÚBORU

Výsledky sa hodnotia jednak podľa skutočných, ako aj vyrovnaných hodnôt.

#### Stredná hrúbka (tab. I, obr. 1)

V ý s k u m n á p l o c h a V e ľ k ý L o m (450 m n.m.). Najvyššie hodnoty dosahuje proveniencia z 1000 m n.m. (Habovka), potom z 800 m n.m. (Čierny Váh). Vyrovnané hodnoty s nadmorskou výškou klesajú.

V ý s k u m n á p l o c h a B u j a k o v o (675 m n.m.). Najvyššie hodnoty dosahuje proveniencia z 800 m n.m. (Smolnícka Huta). Vyrovnané hodnoty s nadmorskou výškou klesajú, resp. pri vyrovnaní krivkou má táto konkávny priebeh s najväčšími hodnotami pri proveniencii 900 m n.m.

V ý s k u m n á p l o c h a Z e l e n ô (740 m n.m.). Najvyššiu hodnotu dosahuje proveniencia z nadmorskej výšky 700 m n.m. (Beňuš). Vyrovnané hodnoty s pribúdajúcou nadmorskou výškou postupne klesajú.

V ý s k u m n á p l o c h a L u x o v á (1010 m n.m.). Najvyššie hodnoty dosahuje proveniencia z 1000 m n.m. (Habovka). Vyrovnané hodnoty so zvyšujúcou sa nadmorskou výškou postupne stúpajú.

V ý s k u m n á p l o c h a M u t n é (1175 m n.m.). Najvyššiu hodnotu tu dosahuje proveniencia z 900 m n.m. (Habovka). Vyrovnané hodnoty so zvyšovaním nadmorskej výšky klesajú (pri vyrovnaní krivkou táto má konkávny priebeh s najväčšími hodnotami pri proveniencii 1000 m n.m.).

#### Stredná výška (tab. I, obr. 2)

V ý s k u m n á p l o c h a V e ľ k ý L o m (450 m n.m.). Najvyššiu hodnotu dosahuje proveniencia z 800 m n.m. (Smolnícka Huta). Vyrovnané hodnoty so stúpajúcou nadmorskou výškou postupne klesajú.

V ý s k u m n á p l o c h a B u j a k o v o (675 m n.m.). Najvyššiu hodnotu dosahuje proveniencia z 800 m n.m. (Smolnícka Huta), najnižšiu zo 700 m n.m. (Beňuš). Vyrovnané hodnoty mierne klesajú (pri vyrovnaní krivkou táto má mierne konkávny priebeh s vrcholom pri 1000 m n.m.).

V ý s k u m n á p l o c h a Z e l e n ô (740 m n.m.). Najvyššiu hodnotu dosahuje proveniencia z 800 m n.m. (Smolnícka Huta) a najnižšiu z 960 m n.m. (Račková). Vyrovnané hodnoty sa s nadmorskou výškou podstatne nemenia (veľmi mierny pokles).

V ý s k u m n á p l o c h a L u x o v á (1010 m n.m.). Najvyššiu hodnotu dosahuje proveniencia z 1000 m n.m. (Habovka). Vyrovnané hodnoty s nadmorskou výškou stúpajú.

V ý s k u m n á p l o c h a M u t n é (1175 m n.m.). Najvyššiu hodnotu dosahuje proveniencia z 1000 m n.m. (Habovka) a najnižšiu zo 700 m n.m. (Beňuš). Vyrovnané hodnoty sa s nadmorskou výškou podstatne nemenia (krivka má mierne konkávny priebeh s vrcholom pri 1100 m n.m.).

#### Štíhlostný koeficient (tab. I, obr. 3)

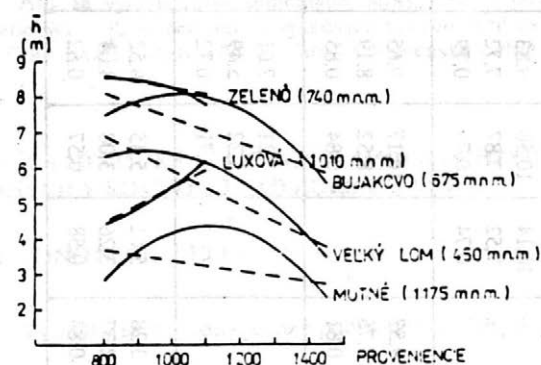
Tento na jednotlivých výskumných plochách pomerne dost' varíruje.

V ý s k u m n á p l o c h a V e ľ k ý L o m (450 m n.m.). Najnižšie hodnoty dosahuje proveniencia z 1000 m n.m. (Habovka) a najvyššie z 960 m n.m. (Račková). Vyrovnané hodnoty s nadmorskou výškou mierne stúpajú.

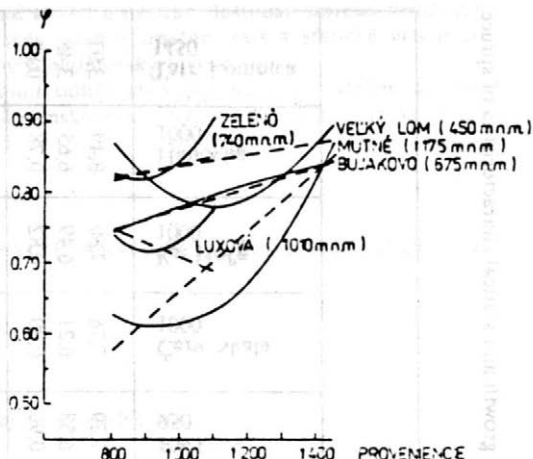
V ý s k u m n á p l o c h a B u j a k o v o (675 m n.m.). Najvyššie hodnoty dosahuje proveniencia z 950 m n.m. (Spišské Bystré). Vyrovnané hodnoty s nadmorskou výškou mierne stúpajú.

I. Rast a statické vlastnosti smreka rozličných výškových proveniencií pestovaných v rovnakej nadmorskej výške - The growth and statical characteristics of spruce of different height provenances grown at identical heights a.s.l.

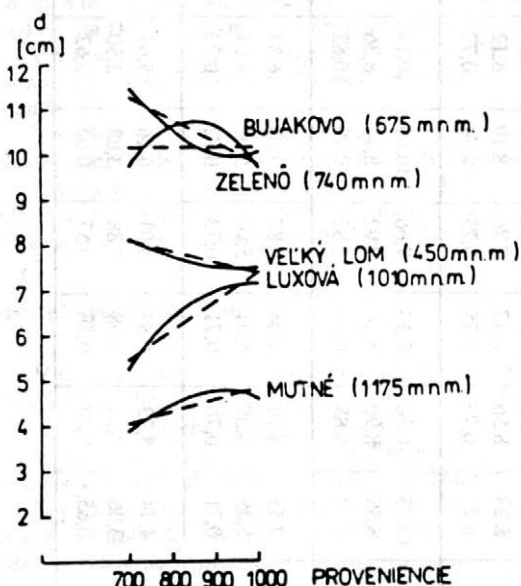
| Výskumná<br>plocha         | Výškové proveniencie (m n.m.) |              |                      |                   |                    |                |                    |                 |                      |                   |                     |                |                     |                  |                 |                       |
|----------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------------|-----------------|----------------------|-------------------|---------------------|----------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------------|
|                            | $\bar{x}$                     | Benuš<br>700 | Tatr. Lomnica<br>800 | Čierny Váh<br>800 | Smoln. Huta<br>800 | Habovka<br>900 | Červ. Skala<br>920 | Podspády<br>920 | Tatr. Kotlina<br>920 | Čierny Váh<br>950 | Spiš. Bystré<br>950 | Račková<br>950 | Červ. Skala<br>1000 | Kr. Hoľa<br>1000 | Habovka<br>1000 | Tatr. Lomnica<br>1450 |
| Veľký<br>lom<br>450 m n.m. | $\bar{d}$                     | 8,04         | 7,39                 | 8,19              | 7,85               | 7,82           | 7,44               | 7,49            | 7,38                 | 7,40              | 6,85                | 7,29           | 7,76                | 7,89             | 8,49            | 3,93                  |
|                            | $\bar{h}$                     | 6,36         | 6,39                 | 6,66              | 6,68               | 6,50           | 6,06               | 6,53            | 5,83                 | 5,96              | 6,03                | 6,53           | 6,21                | 6,49             | 6,65            | 3,48                  |
|                            | $\varphi$                     | 0,79         | 0,86                 | 0,81              | 0,85               | 0,83           | 0,81               | 0,87            | 0,79                 | 0,81              | 0,88                | 0,90           | 0,80                | 0,82             | 0,78            | 0,89                  |
| Bujakovo<br>675 m n.m.     | $\bar{d}$                     | 9,43         | 9,56                 | 10,98             | 11,71              | 10,87          | 10,38              | 11,00           | 10,48                | 9,89              | 8,58                |                | 10,14               | 10,50            | 9,83            | 6,57                  |
|                            | $\bar{h}$                     | 7,04         | 7,16                 | 8,23              | 8,56               | 8,17           | 7,76               | 8,19            | 8,12                 | 7,67              | 7,28                |                | 7,52                | 7,87             | 7,72            | 5,55                  |
|                            | $\varphi$                     | 0,75         | 0,75                 | 0,7               | 0,73               | 0,75           | 0,75               | 0,74            | 0,77                 | 0,78              | 0,85                |                | 0,74                | 0,75             | 0,79            | 0,84                  |
| Zelenô<br>740 m n.m.       | $\bar{d}$                     | 11,37        | 10,40                | 10,93             | 10,50              | 10,13          | 9,66               | 10,69           | 10,18                | 10,33             |                     | 9,57           |                     | 10,17            | 9,65            |                       |
|                            | $\bar{h}$                     | 8,05         | 8,54                 | 8,58              | 8,90               | 8,46           | 7,92               | 8,44            | 8,36                 | 8,38              |                     | 7,76           |                     | 8,52             | 8,19            |                       |
|                            | $\varphi$                     | 0,71         | 0,82                 | 0,78              | 0,85               | 0,84           | 0,82               | 0,79            | 0,82                 | 0,81              |                     | 0,81           |                     | 0,84             | 0,85            |                       |
| Luxová<br>1010 m n.m.      | $\bar{d}$                     | 5,11         | 5,93                 | 7,55              | 5,74               | 7,04           | 6,87               | 7,08            | 6,33                 | 6,83              |                     |                |                     | 7,31             | 7,61            |                       |
|                            | $\bar{h}$                     | 3,94         | 4,48                 | 5,35              | 4,39               | 5,01           | 5,00               | 5,07            | 4,64                 | 4,97              |                     |                |                     | 5,22             | 5,49            |                       |
|                            | $\varphi$                     | 0,77         | 0,76                 | 0,71              | 0,76               | 0,71           | 0,73               | 0,72            | 0,73                 | 0,73              |                     |                |                     | 0,71             | 0,72            |                       |
| Mutné<br>1175 m n.m.       | $\bar{d}$                     | 3,65         | 4,19                 | 4,74              | 5,33               | 6,89           | 5,01               | 6,16            | 5,67                 | 4,69              |                     | 3,28           | 5,61                | 5,45             | 6,52            | 2,72                  |
|                            | $\bar{h}$                     | 2,35         | 2,70                 | 3,06              | 3,69               | 3,98           | 2,88               | 3,83            | 3,50                 | 3,16              |                     | 2,77           | 3,26                | 3,08             | 4,04            | 2,37                  |
|                            | $\varphi$                     | 0,64         | 0,64                 | 0,65              | 0,69               | 0,58           | 0,57               | 0,62            | 0,62                 | 0,67              |                     | 0,84           | 0,58                | 0,57             | 0,62            | 0,87                  |



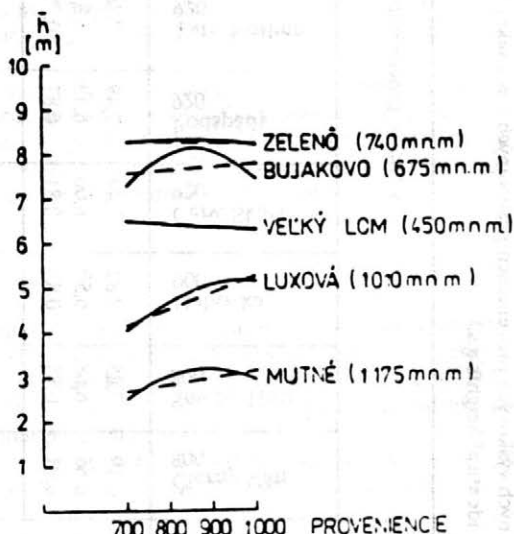
5. Výškový rast smreka rozličných výškových proveniencií pestovaných v rovnakej nadmorskej výške (Vysoké Tatry + Beskydy) - The height growth of spruce of different height provenances grown at identical heights a.s.l. (Vysoké Tatry - Beskydy)



6. Štíhlostný koeficient smreka rozličných výškových proveniencií pestovaných v rovnakej nadmorskej výške (Vysoké Tatry + Beskydy) - The slenderness coefficient of spruce of different height provenances grown at identical heights a.s.l. (Vysoké Tatry + Beskydy)



7. Hrúbkový rast smreka rozličných výškových proveniencií pestovaných v rovnakej nadmorskej výške (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie) - The diameter growth of spruce of different height provenances grown at identical heights a.s.l. (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie)



8. Výškový rast smreka rozličných výškových proveniencií pestovaných v rovnakej nadmorskej výške (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie) - The height growth of spruce of different height provenances grown at identical heights a.s.l. (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie)

Výskumná plocha Zelenô (740 m.n.m.). Najvyššie hodnoty dosahujú proveniencie z 1000 m.n.m. (Habovka) a 800 m.n.m. (Smolnická Huta). Najnižšie zo 700 m.n.m. (Beňuš). Vyrovnané hodnoty s nadmorskou výškou stúpajú (pri vyrovnaní krivkou táto má konkávny priebeh s vrcholom pri 900 m.n.m.).

Výskumná plocha Luxová (1010 m n. m.). Najvyššiu hodnotu dosahuje proveniencia zo 700 m n. m. (Beňuš) a najnižšiu z 800 m n. m. (Čierny Váh), 900 m n. m. (Habovka) a 1000 m n. m. (Král'ova Hoľa). Vyrovnané hodnoty s nadmorskou výškou klesajú.

Výskumná plocha Mutné (1175 m n. m.). Najnižšie hodnoty dosahujú proveniencie z 920 m n. m. (Červená Skala), resp. 1000 m n. m. (Král'ova Hoľa). Vyrovnané hodnoty s nadmorskou výškou stúpajú.

## ZHODNOTENIE PODĽA OBLASTÍ

### Vysoké Tatry + Slovenské Beskydy (tab. II, obr. 4, 5, 6)

Stredná hrúbka a stredná výška mala obdobný priebeh ako pri celom súbore. Rozdiel je v tom, že sa najväčšie hodnoty viac posunuli vpravo (1000 až 1100 m n. m.) a taktiež sú väčšie rozdiely medzi minimálnymi a maximálnymi hodnotami (platí to najmä pre strednú hrúbku). Uvedené konštatovanie sa pre-mietlo aj do štihlостného koeficienta. Jeho minimálne hodnoty sa posunuli viac vpravo (900 až 1100 m n. m.). Maximálne hodnoty má štihlостný koeficient pri provenienciách z najväčších nadmorských výšok a taktiež vyššie pri provenienciách z najnižších nadmorských výšok.

II. Rast a statické vlastnosti smreka rozličných výškových proveniencií pestovaných v rovnakej nad-morskej výške (Vysoké Tatry + Beskydy) - The growth and statical characteristics of spruce of different height provenances grown at identical heights a.s.l. (Vysoké Tatry + Beskydy)

| Výskumná<br>plocha       | $\bar{x}$ | Výškové proveniencie (m n. m.) |                |                             |                 |                 |                              |
|--------------------------|-----------|--------------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
|                          |           | Tatranská<br>Lomnica<br>800    | Habovka<br>900 | Tatranská<br>Kotlina<br>920 | Podspády<br>920 | Habovka<br>1000 | Tatranská<br>Lomnica<br>1450 |
| Veľký Lom<br>450 m n. m. | $\bar{d}$ | 7,39                           | 7,82           | 7,38                        | 7,49            | 8,49            | 3,93                         |
|                          | $\bar{h}$ | 6,39                           | 6,50           | 5,83                        | 6,53            | 6,65            | 3,48                         |
|                          | $\varphi$ | 0,86                           | 0,83           | 0,79                        | 0,87            | 0,78            | 0,89                         |
| Bujakovo<br>675 m n. m.  | $\bar{d}$ | 9,56                           | 10,87          | 10,48                       | 11,00           | 9,83            | 6,57                         |
|                          | $\bar{h}$ | 7,16                           | 8,17           | 8,12                        | 8,19            | 7,72            | 5,55                         |
|                          | $\varphi$ | 0,75                           | 0,75           | 0,77                        | 0,74            | 0,79            | 0,84                         |
| Zelenô<br>740 m n. m.    | $\bar{d}$ | 10,40                          | 10,13          | 10,18                       | 10,69           | 9,65            |                              |
|                          | $\bar{h}$ | 8,54                           | 8,46           | 8,36                        | 8,44            | 8,19            |                              |
|                          | $\varphi$ | 0,82                           | 0,84           | 0,82                        | 0,79            | 0,85            |                              |
| Luxová<br>1010 m n. m.   | $\bar{d}$ | 5,93                           | 7,04           | 6,33                        | 7,08            | 7,61            |                              |
|                          | $\bar{h}$ | 4,48                           | 5,01           | 4,64                        | 5,07            | 5,49            |                              |
|                          | $\varphi$ | 0,76                           | 0,71           | 0,73                        | 0,72            | 0,72            |                              |
| Mutné<br>1175 m n. m.    | $\bar{d}$ | 4,19                           | 6,89           | 5,67                        | 6,16            | 6,52            | 2,72                         |
|                          | $\bar{h}$ | 2,70                           | 3,98           | 3,50                        | 3,83            | 4,04            | 2,37                         |
|                          | $\varphi$ | 0,64                           | 0,58           | 0,62                        | 0,62            | 0,62            | 0,87                         |



Zhodnotenie v tejto oblasti naráža na veľmi malé rozpätia výškových proveniencií (700 až 1000 m n.m.). Priebeh jednotlivých závislostí je dosť variabilný, a preto ho nebudeme osobitne komentovať.

III. Rast a statické vlastnosti smreka rozličných výškových proveniencií pestovaných v rovnakej nadmorskej výške (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie) - The growth and static characteristics of spruce of different height provenances grown at identical heights a.s.l. (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie)

| Výskumná plocha             | $\bar{x}$ | Výškové proveniencie (m n.m.) |                   |                       |                      |                   |                       |                |                       |                      |
|-----------------------------|-----------|-------------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------------|
|                             |           | Beňuš<br>700                  | Čierny Váh<br>800 | Smolnická Huta<br>800 | Červená Skala<br>920 | Čierny Váh<br>950 | Spišské Bystré<br>950 | Račková<br>960 | Červená Skala<br>1000 | Kráľova hoľa<br>1000 |
| Veľký Lom<br>450 m<br>n. m. | $\bar{d}$ | 8,04                          | 8,19              | 7,85                  | 7,44                 | 7,40              | 6,85                  | 7,29           | 7,76                  | 7,89                 |
|                             | $\bar{h}$ | 6,36                          | 6,66              | 6,68                  | 6,06                 | 5,96              | 6,03                  | 6,53           | 6,21                  | 6,49                 |
|                             | $\varphi$ | 0,79                          | 0,81              | 0,85                  | 0,81                 | 0,81              | 0,88                  | 0,90           | 0,80                  | 0,82                 |
| Bujakovo<br>675 m<br>n. m.  | $\bar{d}$ | 9,43                          | 10,98             | 11,71                 | 10,38                | 9,89              | 8,58                  |                | 10,14                 | 10,50                |
|                             | $\bar{h}$ | 7,04                          | 8,23              | 8,56                  | 7,76                 | 7,67              | 7,28                  |                | 7,52                  | 7,87                 |
|                             | $\varphi$ | 0,75                          | 0,75              | 0,73                  | 0,75                 | 0,78              | 0,85                  |                | 0,74                  | 0,75                 |
| Zelenô<br>740 m<br>n. m.    | $\bar{d}$ | 11,38                         | 10,93             | 10,50                 | 9,66                 | 10,33             |                       | 9,57           |                       | 10,17                |
|                             | $\bar{h}$ | 8,05                          | 8,58              | 8,90                  | 7,92                 | 8,38              |                       | 7,76           |                       | 8,52                 |
|                             | $\varphi$ | 0,71                          | 0,78              | 0,85                  | 0,82                 | 0,81              |                       | 0,81           |                       | 0,84                 |
| Luxová<br>1010 m<br>n. m.   | $\bar{d}$ | 5,11                          | 7,55              | 5,74                  | 6,87                 | 6,83              |                       |                |                       | 7,31                 |
|                             | $\bar{h}$ | 3,94                          | 5,35              | 4,39                  | 5,00                 | 4,97              |                       |                |                       | 5,22                 |
|                             | $\varphi$ | 0,77                          | 0,71              | 0,76                  | 0,73                 | 0,73              |                       |                |                       | 0,71                 |
| Mutné<br>1175 m<br>n. m.    | $\bar{d}$ | 3,65                          | 4,74              | 5,33                  | 5,01                 | 4,69              |                       | 3,28           | 5,61                  | 5,45                 |
|                             | $\bar{h}$ | 2,35                          | 3,06              | 3,69                  | 2,88                 | 3,16              |                       | 2,77           | 3,26                  | 3,08                 |
|                             | $\varphi$ | 0,64                          | 0,65              | 0,69                  | 0,57                 | 0,67              |                       | 0,84           | 0,58                  | 0,57                 |

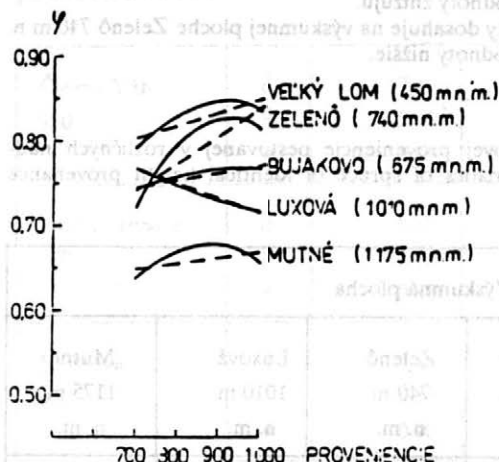
#### RAST A STATICKÉ VLASTNOSTI SMREKA ROVNAKEJ VÝŠKOVEJ PROVENIENCIE PESTOVANEJ V ROZLIČNÝCH NADMORSKÝCH VÝŠKACH

#### ZHODNOTENIE CELÉHO SÚBORU

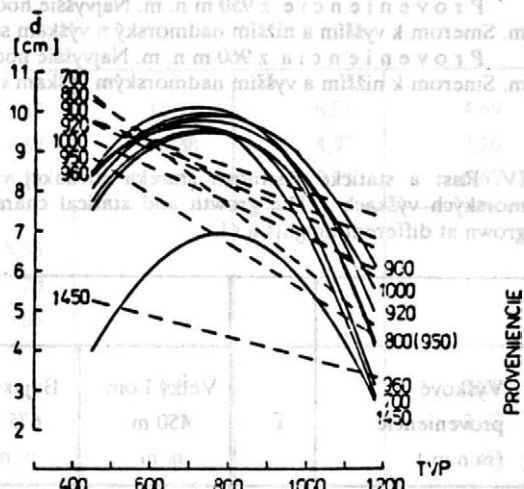
Výsledky sa hodnotia jednak podľa skutočných, ako aj vyrovnaných (krivkou) hodnôt.

#### Stredná hrúbka (tab. IV, obr. 10)

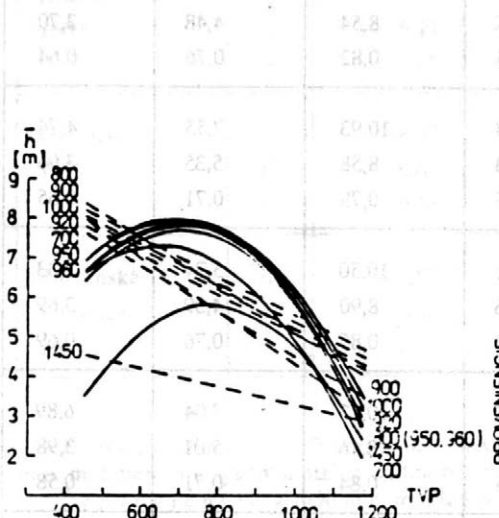
Proveniencia zo 700 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahuje na výskumnej ploche Zelenô 740 m n. m. Smerom k vyšším a nižším nadmorským výškam hodnoty postupne klesajú.



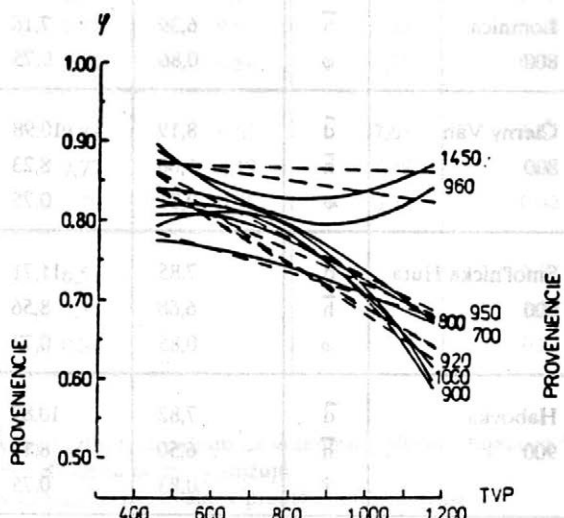
9. Štíhlostný koeficient smreka rozličných výškových proveniencií pestovaných v rovnakej nadmorskej výške (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie) - The slenderness coefficient of spruce of different height provenances grown at identical heights a.s.l. (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie)



10. Hrúbkový rast smreka rovnakej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach - The diameter growth of spruce of identical height provenance grown at different heights a.s.l.



11. Výškový rast smreka rovnakej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach - The height growth of spruce of identical height provenance grown at different heights a.s.l.



12. Štíhlostný koeficient smreka rovnakej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach - The slenderness coefficient of spruce of identical height provenance grown at different heights a.s.l.

Provenience z 800 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahujú na výskumnej ploche Bujakovo 675 m n. m. Smerom k vyšším a nižším nadmorským výškam hodnoty klesajú.

Provenience z 900 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahuje na výskumnej ploche Bujakovo 675 m n. m. a Zelenô 740 m n. m. Vo vyšších a nižších nadmorských výškach hodnoty klesajú.

Provenience z 920 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahujú na výskumnej ploche Bujakovo 675 m n. m. Smerom k vyšším a nižším nadmorským výškam hodnoty klesajú.

Proveniencie z 950 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahujú na výskumnej ploche Zelenô 740 m n. m. Smerom k vyšším a nižším nadmorským výškam sa hodnoty znižujú.

Proveniencie z 960 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahuje na výskumnej ploche Zelenô 740 m n. m. Smerom k nižším a vyšším nadmorským výškam sú hodnoty nižšie.

IV. Rast a statické vlastnosti smreka rovnakej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach - The growth and statical characteristics of spruce of identical height provenance grown at different heights a.s.l.

| Výškové<br>proveniencie<br>(m n.m.) | $\bar{x}$ | Výskumná plocha             |                            |                          |                           |                          |
|-------------------------------------|-----------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                                     |           | Veľký Lom<br>450 m<br>n. m. | Bujakovo<br>675 m<br>n. m. | Zelenô<br>740 m<br>n. m. | Luxová<br>1010 m<br>n. m. | Mutné<br>1175 m<br>n. m. |
| Beňuš<br>700                        | $\bar{d}$ | 8,04                        | 9,43                       | 11,38                    | 5,11                      | 3,65                     |
|                                     | $\bar{h}$ | 6,36                        | 7,04                       | 8,05                     | 3,94                      | 2,35                     |
|                                     | $\varphi$ | 0,79                        | 0,75                       | 0,71                     | 0,77                      | 0,64                     |
| Tatranská<br>Lomnica<br>800         | $\bar{d}$ | 7,39                        | 9,56                       | 10,40                    | 5,93                      | 4,19                     |
|                                     | $\bar{h}$ | 6,39                        | 7,16                       | 8,54                     | 4,48                      | 2,70                     |
|                                     | $\varphi$ | 0,86                        | 0,75                       | 0,82                     | 0,76                      | 0,64                     |
| Čierny Váh<br>800                   | $\bar{d}$ | 8,19                        | 10,98                      | 10,93                    | 7,55                      | 4,74                     |
|                                     | $\bar{h}$ | 6,66                        | 8,23                       | 8,58                     | 5,35                      | 3,06                     |
|                                     | $\varphi$ | 0,81                        | 0,75                       | 0,78                     | 0,71                      | 0,65                     |
| Smol'nická Huta<br>800              | $\bar{d}$ | 7,85                        | 11,71                      | 10,50                    | 5,74                      | 5,33                     |
|                                     | $\bar{h}$ | 6,68                        | 8,56                       | 8,90                     | 4,39                      | 3,69                     |
|                                     | $\varphi$ | 0,85                        | 0,73                       | 0,85                     | 0,76                      | 0,69                     |
| Habovka<br>900                      | $\bar{d}$ | 7,82                        | 10,87                      | 10,13                    | 7,04                      | 6,89                     |
|                                     | $\bar{h}$ | 6,50                        | 8,17                       | 8,46                     | 5,01                      | 3,98                     |
|                                     | $\varphi$ | 0,83                        | 0,75                       | 0,84                     | 0,71                      | 0,58                     |
| Červená Skala<br>920                | $\bar{d}$ | 7,44                        | 10,38                      | 9,66                     | 6,87                      | 5,01                     |
|                                     | $\bar{h}$ | 6,06                        | 7,76                       | 7,92                     | 5,00                      | 2,88                     |
|                                     | $\varphi$ | 0,81                        | 0,75                       | 0,82                     | 0,73                      | 0,57                     |
| Podspády<br>920                     | $\bar{d}$ | 7,49                        | 11,00                      | 10,69                    | 7,08                      | 6,16                     |
|                                     | $\bar{h}$ | 6,53                        | 8,19                       | 8,44                     | 5,07                      | 3,83                     |
|                                     | $\varphi$ | 0,87                        | 0,74                       | 0,79                     | 0,72                      | 0,62                     |
| Tatranská<br>Kotlina<br>920         | $\bar{d}$ | 7,38                        | 10,48                      | 10,18                    | 6,33                      | 5,67                     |
|                                     | $\bar{h}$ | 5,83                        | 8,12                       | 8,36                     | 4,64                      | 3,50                     |
|                                     | $\varphi$ | 0,79                        | 0,77                       | 0,82                     | 0,73                      | 0,62                     |

|                              |           |      |       |       |      |      |
|------------------------------|-----------|------|-------|-------|------|------|
| Čierny Váh<br>950            | $\bar{d}$ | 7,40 | 9,89  | 10,33 | 6,83 | 4,69 |
|                              | $\bar{h}$ | 5,96 | 7,67  | 8,38  | 4,97 | 3,16 |
|                              | $\varphi$ | 0,81 | 0,78  | 0,81  | 0,73 | 0,67 |
| Spišské Bystré<br>950        | $\bar{d}$ | 6,85 | 8,58  |       |      |      |
|                              | $\bar{h}$ | 6,03 | 7,28  |       |      |      |
|                              | $\varphi$ | 0,88 | 0,85  |       |      |      |
| Račková<br>960               | $\bar{d}$ | 7,29 |       | 9,57  |      | 3,28 |
|                              | $\bar{h}$ | 6,53 |       | 7,76  |      | 2,77 |
|                              | $\varphi$ | 0,90 |       | 0,81  |      | 0,84 |
| Červená Skala<br>1000        | $\bar{d}$ | 7,76 | 10,14 |       |      | 5,61 |
|                              | $\bar{h}$ | 6,21 | 7,52  |       |      | 3,26 |
|                              | $\varphi$ | 0,80 | 0,74  |       |      | 0,58 |
| Kráľova hoľa<br>1000         | $\bar{d}$ | 7,89 | 10,50 | 10,17 | 7,31 | 5,45 |
|                              | $\bar{h}$ | 6,49 | 7,87  | 8,52  | 5,22 | 3,08 |
|                              | $\varphi$ | 0,82 | 0,75  | 0,84  | 0,71 | 0,57 |
| Habovka<br>1000              | $\bar{d}$ | 8,49 | 9,83  | 9,65  | 7,61 | 6,52 |
|                              | $\bar{h}$ | 6,65 | 7,72  | 8,19  | 5,49 | 4,04 |
|                              | $\varphi$ | 0,78 | 0,79  | 0,85  | 0,72 | 0,62 |
| Tatranská<br>Lomnica<br>1450 | $\bar{d}$ | 3,93 | 6,57  |       |      | 2,72 |
|                              | $\bar{h}$ | 3,48 | 5,55  |       |      | 2,37 |
|                              | $\varphi$ | 0,89 | 0,84  |       |      | 0,87 |

Proveniencie z 1000 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahujú na výskumnej ploche Bujakovo 675 m n. m. Smerom k vyšším a nižším nadmorským výškam sa hodnoty znižujú.

Provenienca z 1450 m n. m. Platí podobná závislosť ako v predchádzajúcom prípade.

#### Stredná výška (tab. IV, obr. 11)

Provenienca zo 700 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahuje na výskumnej ploche Zelenô 740 m n. m. Smerom k nižším a vyšším nadmorským výškam sú hodnoty nižšie.

Proveniencie z 800 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahujú na výskumnej ploche Zelenô 740 m n. m. Smerom k nižším a vyšším nadmorským výškam sú hodnoty nižšie.

Provenienca z 900 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahuje na výskumnej ploche Zelenô 740 m n. m. Smerom k nižším a vyšším nadmorským výškam sú hodnoty nižšie.

Proveniencie z 920 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahujú na výskumnej ploche Zelenô 740 m n. m. Smerom k nižším a vyšším nadmorským výškam sú hodnoty nižšie.

Proveniencie z 950 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahujú na výskumnej ploche Zelenô 740 m n. m. Smerom k nižším a vyšším nadmorským výškam sú hodnoty nižšie.

Provenienca z 960 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahuje na výskumnej ploche Zelenô 740 m n. m. Smerom k nižším a vyšším nadmorským výškam sú hodnoty nižšie.

**V. Rast a statické vlastnosti smreka rovnakej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach (Vysoké Tatry + Beskydy) - The growth and static characteristics of spruce of identical height provenance grown at different heights a.s.l. (Vysoké Tatry + Beskydy)**

| Výškové proveniencie (m n. m.) | $\bar{x}$ | Výskumná plocha             |                            |                          |                           |                          |
|--------------------------------|-----------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                                |           | Veľký Lom<br>450 m<br>n. m. | Bujakovo<br>575 m<br>n. m. | Zelenô<br>740 m<br>n. m. | Luxová<br>1010 m<br>n. m. | Mutné<br>1175 m<br>n. m. |
| Tatranská<br>Lomnica<br>800    | $\bar{d}$ | 7,39                        | 9,56                       | 10,40                    | 5,93                      | 4,19                     |
|                                | $\bar{h}$ | 6,39                        | 7,16                       | 8,54                     | 4,48                      | 2,70                     |
|                                | $\varphi$ | 0,86                        | 0,75                       | 0,82                     | 0,76                      | 0,64                     |
| Habovka<br>900                 | $\bar{d}$ | 7,82                        | 10,87                      | 10,13                    | 7,04                      | 6,89                     |
|                                | $\bar{h}$ | 6,50                        | 8,17                       | 8,46                     | 5,01                      | 3,98                     |
|                                | $\varphi$ | 0,83                        | 0,75                       | 0,84                     | 0,71                      | 0,58                     |
| Tatranská<br>Kotlina<br>920    | $\bar{d}$ | 7,38                        | 10,48                      | 10,18                    | 6,33                      | 5,67                     |
|                                | $\bar{h}$ | 5,83                        | 8,12                       | 8,36                     | 4,64                      | 3,50                     |
|                                | $\varphi$ | 0,79                        | 0,77                       | 0,82                     | 0,73                      | 0,62                     |
| Podspády<br>920                | $\bar{d}$ | 7,49                        | 11,00                      | 10,69                    | 7,08                      | 6,16                     |
|                                | $\bar{h}$ | 6,53                        | 8,19                       | 8,44                     | 5,07                      | 3,83                     |
|                                | $\varphi$ | 0,87                        | 0,74                       | 0,79                     | 0,72                      | 0,62                     |
| Habovka<br>1000                | $\bar{d}$ | 8,49                        | 9,83                       | 9,65                     | 7,61                      | 6,52                     |
|                                | $\bar{h}$ | 6,65                        | 7,72                       | 8,19                     | 5,49                      | 4,04                     |
|                                | $\varphi$ | 0,78                        | 0,79                       | 0,85                     | 0,72                      | 0,62                     |
| Tatranská<br>Lomnica<br>1450   | $\bar{d}$ | 3,93                        | 6,57                       |                          |                           | 2,72                     |
|                                | $\bar{h}$ | 3,48                        | 5,55                       |                          |                           | 2,37                     |
|                                | $\varphi$ | 0,89                        | 0,84                       |                          |                           | 0,87                     |

Proveniencie z 1000 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahujú na výskumnej ploche Zelenô 740 m n. m. Smerom k nižším a vyšším nadmorským výškam sú hodnoty nižšie.

Proveniencie z 1450 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahuje na výskumnej ploche Bujakovo 675 m n. m. Priebeh krivky vyrovnaných hodnôt je podobný ako v predchádzajúcich prípadoch.

**Štíhlostný koeficient (tab. IV, obr. 12)**

Proveniencie zo 700 m n. m. Najvyššiu hodnotu dosahuje na výskumnej ploche Veľký Lom 450 m n. m. Podobné a pomerne vyrovnané hodnoty sú na ďalších troch výskumných plochách (Bujakovo, Zelenô, Luxová). Najnižšia hodnota je na výskumnej ploche Mutné 1175 m n. m.

Proveniencie z 800 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahujú na výskumnej ploche Veľký Lom 450 m n. m., potom Zelenô 740 m n. m. Najnižšie na výskumnej ploche Mutné 1175 m n. m.



Proveniencia z 900 m n. m. Najvyššiu hodnotu dosahuje na výskumnej ploche Zelenô 740 m n. m., potom na výskumnej ploche Veľký Lom 450 m n. m. Najnižšiu hodnotu má na výskumnej ploche Mutné 1175 m n. m.

Proveniencie z 920 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahujú na výskumnej ploche Veľký Lom 450 m n. m. a Zelenô 740 m n. m. Najnižšie na výskumnej ploche Mutné 1175 m n. m.

Proveniencie z 950 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahujú na výskumnej ploche Veľký Lom 450 m n. m. a Bujakovo 675 m n. m. Najnižšia hodnota je na výskumnej ploche Mutné 1175 m n. m.

Proveniencia z 960 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahuje na výskumnej ploche Veľký Lom 450 m n. m., nižšie na výskumnej ploche Mutné 1175 m n. m. a najnižšie na ploche Zelenô 740 m n. m.

Proveniencie z 1000 m n. m. Najvyššie hodnoty dosahujú na výskumnej ploche Zelenô 740 m n. m. Najnižšia hodnota je na výskumnej ploche Mutné 1175 m n. m.

Proveniencia z 1450 m n. m. Najvyššie hodnoty sú na výskumnej ploche Veľký Lom 450 m n. m., nižšie na výskumnej ploche Mutné 1175 m n. m. a najnižšie na ploche Bujakovo 675 m n. m. Rozdiely sú však veľmi malé.

## ZHODNOTENIE PODĽA OBLASTÍ

Výsledky sa uvádzajú v tab. V, VI a na obr. 13, 14, 15, 16, 17, 18.

Rast a statické vlastnosti smreka rovnakej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach podľa vymedzených oblastí sú podobné ako za celý súbor. Preto sa výsledky nebudú hodnotiť.

## ZHRNUTIE DOSIAHNUTÝCH VÝSLEDKOV A DISKUSIA

Z výsledkov rozboru rastu a statických vlastností smreka rozličných výškových proveniencií pestovaných v rovnakej nadmorskej výške vyplynulo, že najväčšie stredné hrúbky a stredné výšky sú pri provenienciách z nižších nadmorských výšok (približne do 1000 až 1100 m n. m.). Proveniencie z vysokých nadmorských výšok (nad 1000 až 1100 m n. m.) mali stredné hrúbky a stredné výšky menšie (najmenšie boli pri provenienciách z najväčšej nadmorskej výšky). Proveniencie z najmenších nadmorských výšok (700 až 800 m n. m.) spravidla zaostávali v strednej hrúbke a v strednej výške za provenienciami z vyšších nadmorských výšok (900 až 1000 m n. m.). Najväčšie stredné hrúbky a stredné výšky sa spravidla zistili vtedy, keď nadmorská výška lokality pestovania koincidovala s nadmorskou výškou proveniencie (jednoznačne sa to prejavilo v nadmorských výškach 900 až 1000 m n. m.).

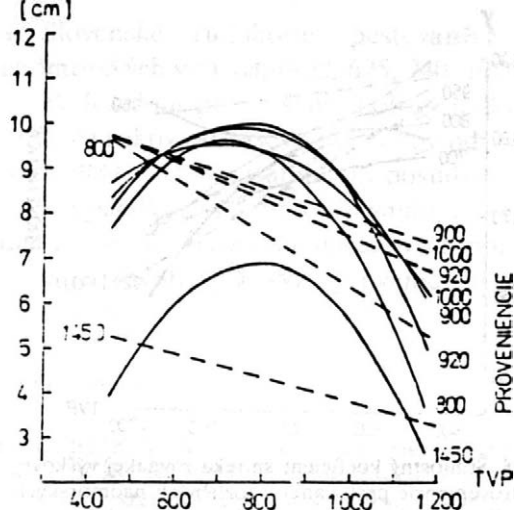
Hodnoty štíhlostného koeficienta stúpali s nadmorskou výškou proveniencie (opačná závislosť sa zistila len na jednej provenienčnej výskumnej ploche). Pri hodnotení výsledkov podľa vymedzených oblastí vyplynulo, že pri väčšej zemepisnej šírke (Vysoké Tatry a Beskydy) majú najväčšiu strednú hrúbku a strednú výšku proveniencie z vyšších nadmorských výšok (1000 až 1100 m n. m.). Taktiež najnižšia hodnota štíhlostného koeficienta je tu pri provenienciách z vyšších nadmorských výšok (900 až 1100 m n. m.). Proveniencie z veľkých a malých nadmorských výšok mali vyššie hodnoty.

Z výsledkov rozboru rastu a statických vlastností smreka rovnakej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach vyplynulo, že najväčšie stredné hrúbky a stredné výšky sú pri pestovaní smreka v nadmorských výškach od 600 do 900 m n. m. Smerom k menším a väčším nadmorským výškam miesta pestovania hodnoty strednej hrúbky a strednej výšky klesali (najmenšie boli v najväčších nadmorských výškach). Uvedená zákonitosť sa prejavila pri všetkých výškových provenienciách. Celkove najmenšiu strednú hrúbku a strednú výšku vo všetkých nadmorských výškach miesta pestovania dosahovala výšková proveniencia z 1450 m n. m. Táto výšková

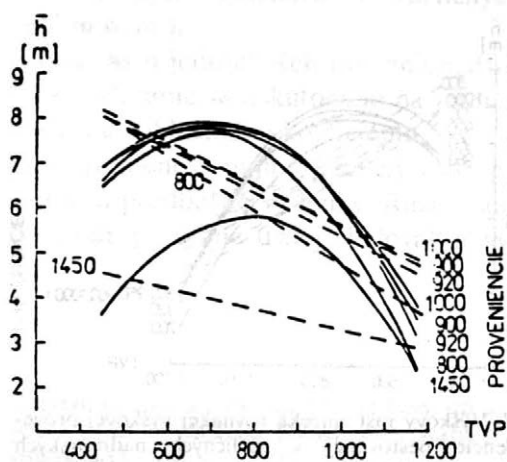
VI. Rast a statické vlastnosti smreka rovnakej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie) - The growth and static characteristics of spruce of identical height provenance grown at different height a.s.l. (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie)

| Výškové proveniencie (m n.m.) | $\bar{x}$ | Výskumná plocha             |                            |                          |                           |                          |
|-------------------------------|-----------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                               |           | Veľký Lom<br>450 m<br>n. m. | Bujakovo<br>675 m<br>n. m. | Zelenô<br>740 m<br>n. m. | Luxová<br>1010 m<br>n. m. | Mutné<br>1175 m<br>n. m. |
| Beňuš<br>700                  | $\bar{d}$ | 8,04                        | 9,43                       | 11,38                    | 5,11                      | 3,65                     |
|                               | $\bar{h}$ | 6,36                        | 7,04                       | 8,05                     | 3,94                      | 2,35                     |
|                               | $\varphi$ | 0,79                        | 0,75                       | 0,71                     | 0,77                      | 0,64                     |
| Čierny Váh<br>800             | $\bar{d}$ | 8,19                        | 10,98                      | 10,93                    | 7,55                      | 4,74                     |
|                               | $\bar{h}$ | 6,66                        | 8,23                       | 8,58                     | 5,35                      | 3,06                     |
|                               | $\varphi$ | 0,81                        | 0,75                       | 0,78                     | 0,71                      | 0,65                     |
| Smolnícka Huta<br>800         | $\bar{d}$ | 7,85                        | 11,71                      | 10,50                    | 5,74                      | 5,33                     |
|                               | $\bar{h}$ | 6,68                        | 8,56                       | 8,90                     | 4,39                      | 3,69                     |
|                               | $\varphi$ | 0,85                        | 0,73                       | 0,85                     | 0,76                      | 0,69                     |
| Červená Skala<br>920          | $\bar{d}$ | 7,44                        | 10,38                      | 9,66                     | 6,87                      | 5,01                     |
|                               | $\bar{h}$ | 6,06                        | 7,76                       | 7,92                     | 5,00                      | 2,88                     |
|                               | $\varphi$ | 0,81                        | 0,75                       | 0,82                     | 0,73                      | 0,57                     |
| Čierny Váh<br>950             | $\bar{d}$ | 7,40                        | 9,89                       | 10,33                    | 6,83                      | 4,69                     |
|                               | $\bar{h}$ | 5,96                        | 7,67                       | 8,38                     | 4,97                      | 3,16                     |
|                               | $\varphi$ | 0,81                        | 0,78                       | 0,81                     | 0,73                      | 0,67                     |
| Spišské Bystré<br>950         | $\bar{d}$ | 6,85                        | 8,58                       |                          |                           |                          |
|                               | $\bar{h}$ | 6,03                        | 7,28                       |                          |                           |                          |
|                               | $\varphi$ | 0,88                        | 0,85                       |                          |                           |                          |
| Račková<br>960                | $\bar{d}$ | 7,29                        |                            | 9,57                     |                           | 3,28                     |
|                               | $\bar{h}$ | 6,53                        |                            | 7,76                     |                           | 2,77                     |
|                               | $\varphi$ | 0,90                        |                            | 0,81                     |                           | 0,84                     |
| Červená Skala<br>1000         | $\bar{d}$ | 7,76                        | 10,14                      |                          |                           | 5,61                     |
|                               | $\bar{h}$ | 6,21                        | 7,52                       |                          |                           | 3,26                     |
|                               | $\varphi$ | 0,80                        | 0,74                       |                          |                           | 0,58                     |
| Kráľova hoľa<br>1000          | $\bar{d}$ | 7,89                        | 10,50                      | 10,17                    | 7,31                      | 5,45                     |
|                               | $\bar{h}$ | 6,49                        | 7,87                       | 8,52                     | 5,22                      | 3,08                     |
|                               | $\varphi$ | 0,82                        | 0,75                       | 0,84                     | 0,71                      | 0,57                     |

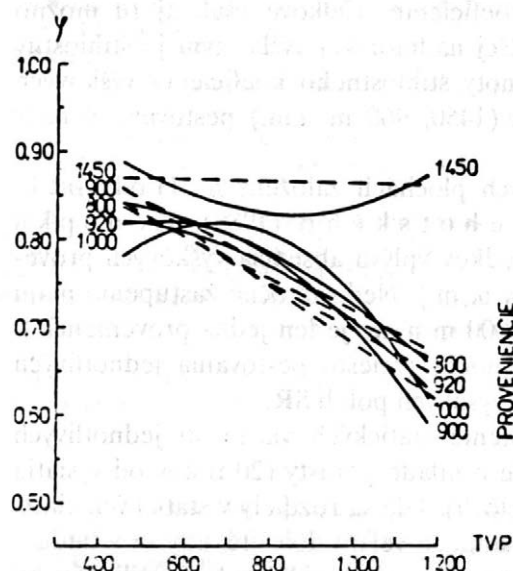
proveniencia mimoriadne zaostala v strednej hrúbke a v strednej výške hlavne v nižších polohách (najviac v polohách s najmenšou nadmorskou výškou). Obdobne sa to prejavilo aj pri výškovej proveniencii z najmenej nadmorskej výšky (700 m n. m.). Táto najmenšie hodnoty strednej hrúbky a strednej výšky dosiahla pri jej pestovaní v najväčšej nadmorskej výške (1150 m n. m.). Potvrdzuje to záver, že čím sa provenien



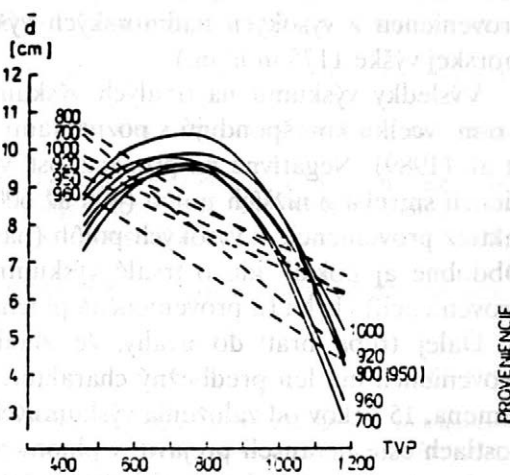
13. Hrúbkový rast smreka rovnakej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie) - The diameter growth of spruce of identical height provenance grown at different heights a.s.l. (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie)



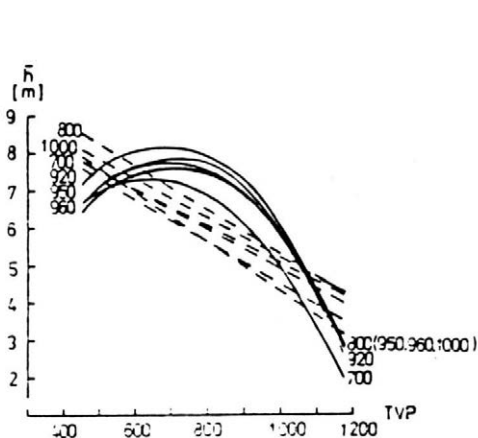
14. Výškový rast smreka rovnakej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach (Vysoké Tatry + Beskydy) - The height growth of spruce of identical height provenance grown at different heights a.s.l. (Vysoké Tatry + Beskydy)



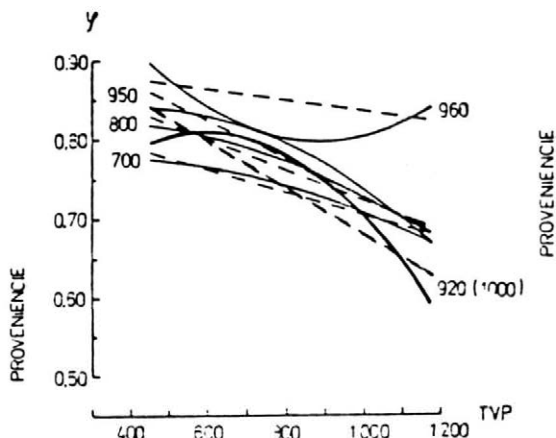
15. Štíhlostný koeficient smreka rovnakej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach (Vysoké Tatry + Beskydy) - The slenderness coefficient of spruce of identical height provenance grown at different heights a.s.l. (Vysoké Tatry + Beskydy)



16. Hrúbkový rast smreka rovnakej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach (Vysoké Tatry + Beskydy) - The diameter growth of spruce of identical height provenance grown at different heights a.s.l. (Vysoké Tatry + Beskydy)



17. Výškový rast smreka rovnakej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie) - The height growth of spruce of identical height provenance grown at different heights a.s.l. (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie)



18. Štíhlostný koeficient smreka rovnakej výškovej proveniencie pestovanej v rozličných nadmorských výškach (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie) - The slenderness coefficient of spruce of identical height provenance grown at different heights a.s.l. (Nízke Tatry + Slovenské rudohorie)

cia viac vzd'aluje z pôvodného miesta jej rastu, tým je stredná hrúbka a stredná výška menšia.

Zložitejšia situácia je pri štíhlostnom koeficiente. Celkove však aj tu možno povedať, že čím je miesto pestovania vo väčšej nadmorskej výške, tým je štíhlostný koeficient nižší. (Prekvapujú tu vysoké hodnoty štíhlostného koeficienta výškových proveniencií z vysokých nadmorských výšok (1450, 960 m n.m.) pestované v nadmorskej výške 1175 m n. m.).

Výsledky výskumu na trvalých výskumných plochách založených Holubčíkom vcelku korešpondujú s poznatkami Lehotského (1988), Konôpku et al. (1989). Negatívne na preukaznosť výsledkov vplýva absencia výškových proveniencií smreka z nižších polôh (400 až 600 m n. m.). Nedostatočné zastúpenie majú taktiež proveniencie z vysokých polôh (nad 1000 m n. m. je len jedna proveniencia). Obdobne aj pokiaľ ide o trvalé výskumné plochy (miesto pestovania jednotlivých proveniencií) chýba tu provenienčná plocha z vysokých polôh SR.

Ďalej treba brať do úvahy, že zhodnotenie statických vlastností jednotlivých proveniencií má len predbežný charakter. Ide o mladé porasty (20 rokov od vysiatia semena, 15 rokov od založenia výskumných plôch), kde sa rozdiely v statických vlastnostiach ešte nemuseli prejavíť v plnom rozsahu. Je veľmi dôležité, aby sa v budúcnosti rast a statické vlastnosti jednotlivých proveniencií pravidelne hodnotili, čím by sa dosiahnuté výsledky spresnili, resp. potvrdili.

## ZÁVER

Cieľom práce bolo zhodnotiť rast a statické vlastnosti smreka rozličných výškových proveniencií (700, 800, 900, 920, 950, 960, 1000 a 1450 m n. m.), pochádzajúcich z oblasti orografických celkov Vysoké Tatry, Slovenské Beskydy, Nízke Tatry

a Slovenské rudohorie, pestovaných na výskumných plochách v rozličných nadmorských výškach (450, 675, 740, 1010 a 1175 m n. m.).

Podkladom pre riešenie boli výsledky merania rastu jednotlivých proveniencií vo veku 20 rokov od výsevu (15 rokov od vysadenia). Meranie sa uskutočnilo na jeseň v roku 1984. Statická stabilita sa posudzovala pomocou štíhlostného koeficienta.

Z výsledkov výskumu vyplynulo, že výškové proveniencie majú podstatný vplyv na rast a statické vlastnosti smrekových porastov. Ide o predbežné výsledky. Rast a statické vlastnosti výškových proveniencií smreka bude potrebné ďalej sledovať a vyhodnocovať.

## Literatúra

- HOLUBČÍK, M.: Variabilita šišiek smreka obyčajného [Záverečná správa.], Zvolen, VÚLH 1966, 188 s.
- HOLUBČÍK, M.: Otázky premenlivosti a proveniencie smreka obyčajného (*Picea abies* Karst.) z hľadiska produkcie. In: Zvyšovanie prírastku lesov. Bratislava, SAV 1968, s. 211-237.
- HOLUBČÍK, M.: Šľachtenie smreka - Zhodnotenie premenlivosti smreka na Slovensku. [Záverečná správa.] Zvolen, VÚLH 1975, 181 s.
- HOLUBČÍK, M.: Výskum genetických parametrov dielčích populácií a premenlivosti smreka. - Zhodnotenie premenlivosti smreka v oblasti Nízkych Tatier, Veľkej a Malej Fatry. [Záverečná správa.] Zvolen, VÚLH 1977, 135 s.
- HOLZER, K.: Die Höhengliederung der Fichte in den österreichischen Alpen am Beispiel der Seetaler Alpen. *Silvae Genet.* 12, č. 4; s. 134, 1963.
- KODRÍK, J.: Posúdenie vplyvu vetra na jedľové porasty s ohľadom na riešenie ich ochrany. [Kandidátska dizertácia.] Zvolen, LF VŠLD 1966, 182 s.
- KODRÍK, J.: Zisťovanie mechanického pôsobenia snehu v jedľových porastoch. [Záverečná správa.] Zvolen, LF VŠLD 1969, 119 s.
- KONÓPKA, J. - PETRÁŠ, R. - TOMA, R.: Štíhlostný koeficient hlavných drevín a jeho význam pri statickej stabilite porastov. *Lesnictví*, 33, 1987, č. 10, s. 887-904.
- KONÓPKA, J. - LEHOTSKÝ, L. - TOMA, R.: Rast a statické vlastnosti výškových proveniencií smreka. *Vedecké práce*, Zvolen, VÚLH (v tlači).
- LEHOTSKÝ, L.: Výškové proveniencie smreka obyčajného (*Picea abies* Karst.). *Lesn. Čas.* 34, 1988, č. 4, s. 385-398.
- RUDEN, T.: Granas utbradelse og formvariasjon; Sor - Trondelag. Aerttrykk av Taksering av Norges Skoger Sor - Trondelag fylke, 109-123, 1956.
- RUDEN, T.: Ein Nachkommenschaftsversuch aus dem Jahre im *Picea excelsa*, Link. nach freien Abblühen und seine Ergänzung durch Stecklingsversuche, Tagungsberichte č. 68, 1965, Waldsiedersdorf.
- ŠIMIÁK, M.: Hodnotenie provenienčných pokusov smreka. [Záverečná správa.] Zvolen, VÚLH 1985, 108 s.
- VINCENT, G.: Topografie lesů v Československé republice. Část I.: Vysoké Tatry. In: Sborník výzk. ústavů zeměd. ČSR, Praha 1933, s. 113-146.

Došlo dňa 2.10.1989

KONÓPKA, J. - ŠIMIÁK, M. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen): *The growth and statical characteristics of height provenances of Norway spruce on permanent research areas in the Slovak Republic.* *Lesnictví*, 36, 1990 (10): 825-842.

The growth and statistical characteristics of autochthonous provenances of spruce were evaluated at the age of 20 years since seed planting, grown at various heights above sea level. The provenances from lower heights above sea level (about 1000 to 1100 m a.s.l.) had the most vigorous growth. The provenances from great heights above sea level (above 1000 to 1100 m a.s.l.) had somewhat slower growth (the slowest at the greatest height above sea level). The provenances from the lowest heights (700 to 800 m a.s.l.) were usually lagging behind the provenances from the greater heights (900 to 1000 m a.s.l.). The most vigorous growth was observed in those cases where the height of the locality of growing coincided with the height of provenance origin. The values of slenderness coefficient were increasing with the height of provenance. The most vigorous growth in dependence on the site of growing was recorded at the heights from 600 to 900 m a.s.l. (the growth was more vigorous with the greater height and less vigorous with the lower height). In general the provenance from the greatest heights had the less vigorous growth (followed by



the provenance from the lowest heights). The greater the distance of a provenance from its original site of growing, the less vigorous its growth. The values of slenderness coefficient were decreasing with the height of the site of growing.

Norway spruce; height provenances; growth and statical stability

KONÔPKA, J. - ŠIMIÁK, M. (Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen) : *Wachstum und statische Eigenschaften von Höhenprovenienzen der Gemeinen Fichte auf Dauerversuchsflächen der SR*. Lesnictví, 36, 1990 (10) : 825-842.

In der Arbeit werden Wachstum und statische Eigenschaften einheimischer Provenienzen der Fichte im Alter von 20 Jahren seit der Aussaat des Samens eingeschätzt, die in verschiedenen Seehöhen angebaut waren. Das höchste Wachstum wurde bei Provenienzen aus niedrigeren Seehöhen festgestellt (annähernd bis 1000 - 1100 m). Herkünfte aus hohen Seehöhen (über 1000 bis 1100 m) wiesen langsames Wachstum auf (das geringste aus der größten Seehöhe). Die Herkünfte aus den kleinsten Seehöhen (700 bis 800 m) blieben in der Regel hinter den Herkünften aus höheren Seehöhen (900 bis 1000 m) zurück. Das größte Wachstum wurde in der Regel dann festgestellt, wenn die Seehöhe der Lokalität des Anbaus mit der Seehöhe der Provenienz koinzidierte. Die Werte des Schlankheitskoeffizienten stiegen mit der Seehöhe der Provenienz. Hinsichtlich des Anbaortes wurde das größte Wachstum in Seehöhen von 600 bis 900 m festgestellt (in der Richtung nach oben und nach unten wurde das Wachstum geringer). Das insgesamt geringste Wachstum wies die Provenienz aus den höchsten (und nachher die aus den tiefsten) Seehöhen auf. Je mehr sich die Provenienz von dem ursprünglichen Anbauort entfernte, um so geringer war ihr Wachstum. Die Werte des Schlankheitskoeffizienten sanken mit der Seehöhe des Anbauortes.

Gemeine Fichte; Höhenprovenienzen; Wachstum und statische Stabilität.

---

Adresa autorů:

Ing. Jozef Konôpka, CSc., Ing. Martin Šimiák, CSc.,  
Výskumný ústav lesného hospodárstva, Marxova 2175, 960 92 Zvolen

---

L. Paule, M. Mráziková

PAULE, L. - MRÁZIKOVÁ, M. (Lesnícka fakulta VŠLD, Zvolen): *Genetická analýza potomstva borovice sosny (Pinus sylvestris L.) zo semenného sadu*. Lesníctví, 36, 1990 (10): 843-854.

Genetická analýza potomstva borovice sosny (*Pinus sylvestris* L.) pochádzajúceho zo semenného sadu sa uskutočnila pomocou paralelných izoenzymových analýz 595 endospermov a korešpondujúcich embrií pochádzajúcich z 82 vrúbľovancov v semennom sade Kočovce. Pozorované heterozygotnosti sa u jednotlivých lokusov pohybovali medzi 0,123 (MDh a) a 0,405 (ADh a) pričom hodnota priemernej heterozygotnosti dosiahla 0,246 a priemerného indexu fixácie 0,258. Odhady outcrossingu (opelenie cudzím peľom) sa uskutočnili pre každý lokus osobitne, ale taktiež na základe multilokusových záznamov (metóda Ritlanda a El-Kassabyho). Jednolokusové odhady outcrossingu sa pohybovali od 0,34 do 0,85, pričom multilokusový odhad outcrossingu vypočítaný pre všetkých 14 pozorovaných lokusov bol  $0,79 \pm 0,02$  a pre 6 až 8 najlepšie diskriminujúcich lokusov bol  $0,86 \pm 0,03$ . Stupeň kontaminácie semenného sadu peľom z pozadia sa uskutočnil pomocou multilokusových alozymových markérov. Stupeň kontaminácie semenného sadu bol 11%, čo možno, vzhľadom na priaznivé umiestnenie semenného sadu v listnatej oblasti, považovať za pomerne vysokú hodnotu dokazujúcu možnosť prenosu vitálneho peľu na väčšie vzdialenosti, ale taktiež najmä pri zohľadnení nízkych hodnôt outbrídingu aj nedostatočné kvitnutie samčích kvetov.

*Pinus sylvestris* L.; semenné sady; outcrossing; izoenzymy; kontaminácia

V budúcom desaťročí sa na Slovensku predpokladá zväčšenie výmery semenných sádov na 268 ha, z čoho 73% bude pripadať na dve dreviny - borovicu sosnu a smrekovec opadavý. V ČR sa do roku 1995 predpokladá zväčšenie výmery semenných sádov na 467 ha, pričom tieto dve dreviny budú reprezentovať 47% (Paule et al., 1988).

Základným predpokladom správnej funkcie semenných sádov je, že potomstvo výberových stromov (uznaných na základe fenotypových znakov a namnožených heterovegetatívnym spôsobom), budú produkovať semeno za predpokladu dokonalej panmixie. V šľachtiteľských populáciách s konečnou veľkosťou (akými sú napr. semenné sady), sa tento základný predpoklad nedá vždy dosiahnuť. Bežným dôsledkom fenologickej nevyváženosti semenných sádov je nedostatočná panmixia. Znížený stupeň panmixie alebo vysoký stupeň kontaminácie semenného sadu peľom z pozadia, môže mať za následok zníženie predpokladaného genetického zisku.

Posledné obdobie genetického výskumu lesných drevín je poznamenané rýchlym rozvojom uplatnenia izoenzymových analýz, ktoré umožňujú rýchlu a presnú identifikáciu genotypov a následne, umožňujú tiež štúdium genetickej štruktúry populácií a procesov prebiehajúcich na populačnej úrovni (ako napr. systém párenia, inbríding,

kontaminácia šľachtiteľských populácií peľom z pozadia a pod.). Ihličnaté dreviny sa pre izoenzymové analýzy javia ako obzvlášť výhodný experimentálny materiál; obsahujú haploidné pletivo (megagametofyt), ale taktiež diploidné pletivá (somatické pletivá a embryo). Prítomnosť oboch druhov pletív umožňuje paralelné analýzy dvoch návazných generácií, a to materskej generácie a potomstva na embryonálnej úrovni.

Genetickú efektívnosť semenných sadov definujeme ako mieru uplatnenia genetickej kvality a diverzity rodičovskej populácie v semene vyprodukovanom v semennom sade (E r i k s s o n et al., 1973). E l - K a s s a b y et al. (1989) uvádzajú, že genetická efektívnosť semenných sadov závisí od splnenia niekoľkých predpokladov, medzi ktoré zaradíme:

- izoláciu semenného sadu,
- náhodné párenie,
- synchronizáciu kvitnutia samčích a samičích kvetov v rámci semenného sadu,
- rovnomernosť produkcie samčích a samičích kvetov,
- minimalizáciu inbrídingu a
- rovnakú kompatibilitu všetkých kombinácií kríženia.

V oblasti výskumu semenných sadov sa v minulosti venovala pozornosť predovšetkým spôsobu zakladania semenných sadov a ich obhospodarovaniu, menej už otázkam populačno-genetických mechanizmov prebiehajúcich v semenných sadoch. Z populačno-genetického hľadiska semenné sady charakterizujeme ako šľachtiteľské populácie s konečným a obyčajne pomerne malým (niekedy aj podlimitným) počtom genotypov. Vylúčenie každého klonu (genotypu) z reprodukčného procesu môže mať za následok ďalšie zníženie efektívnej veľkosti šľachtiteľskej populácie a teda aj zväčšenie predpokladu inbrídingu a genetickej záťaže.

Racionálne využívanie semenných sadov predpokladá poznanie, ale taktiež riadenie týchto procesov. Posledné obdobie genetického výskumu je zamerané na intenzívne skúmanie procesov v semenných sadoch. Skúmajú sa predovšetkým otázky výskumu genetickej štruktúry a kvality vyprodukovaného semena, systémov párenia, stupňa inbrídingu a outcrossingu, kontaminácie semenných sadov peľom z pozadia a efektívnosti dodatkového opelenia (S h e n et al., 1982; R u d i n a E k b e r g , 1982; S h a w a A l l a r d , 1982; E l - K a s s a b y et al., 1986; E l - K a s s a b y et al., 1989; P a u l e et al., 1989 a i.).

Cieľom tejto práce bolo preskúmať podiel outcrossingu a kontaminácie peľom z pozadia na príklade semenného sadu borovice sosny a načrtnúť možnosti ďalšieho využitia izoenzymových analýz pri výskumne procesov prebiehajúcich v semenných sadoch, t.j. populáciách s konečnou veľkosťou.

## MATERIÁL A METÓDA

Experimentálny materiál získaný pre túto prácu pochádza zo semenného sadu borovice sosny (*Pinus sylvestris* L.) Kočovce (I.Ž. Piešťany), ktorý bol založený v rokoch 1976 ako potomstvo 27 výberových stromov pochádzajúcich z oblasti lesného závodu Trenčín (15 výberových stromov pochádza z oblasti Trenčína a 12 výberových stromov pochádza z oblasti Nového Mesta nad Váhom). Obe skupiny výberových stromov patria k tomu istému pahorkatinnému ekotypu borovice sosny. V semennom sade je celkom vysadených 341 vrúbľovancov.

Semená pochádzajú z úrody v roku 1987 a z úrody v roku 1988 (kvitnutie 1986, resp. 1987). Semeno bolo zozbierané z každého plodniaceho jedinca a neskôr sa použilo pre rozpracovanie metodiky identifikácie klonov borovice sosny. Pre účely tejto práce sa použili vzorky semien z 82 vrúbľovancov, pričom z každého jedinca sme analyzovali 8 až 10 semien. V niektorých prípadoch sme tento počet analyzovaných semien nemohli dodržať a použil sa nižší počet. Z niektorých klonov bol analyzovaný väčší počet vrúbľovancov. Pravdepodobnosť správnej identifikácie heterozygota v populácii pri ôsmich semenách bola väčšia než 0,9922 a vypočítali sme ju podľa vzorca

$$p = 1 - (1/2)^{k-1}$$

kde:  $k$  - je počet endospermov analyzovaných z jedného stromu

## Metodika elektroforézy

Pletivá haploidného megagametofytu a korešpondujúceho diploidného embrya sme homogenizovali v tris-glycínovom pufri pH 8,3 pozostávajúceho z 0,05 M tris-u a 0,33 M glycínu s pridaním 1% rozpustného polyvinylpyrrolidónu (m. v. 40 000). Elektroforetickú separáciu izoenzymov sme uskutočnili na horizontálnom 12% škrobovom géli, pričom sme použili tri pufrové systémy:

- 1) Tris-citrátový pufer (pH 7,0) pozostávajúci z 0,135 M tris-u, 0,043 M kyseliny citrónovej. Na prípravu gélu sa použil pufer zriedený v pomere 1 : 15.
- 2) Tris-borátový pufer (pH 7,5) pozostávajúci z 0,09 M tris-u, 0,26 M kyseliny boritej a 0,004 M EDTA II. Pre prípravu gélu sa použil pufer zriedený v pomere 1 : 10.
- 3) Ashtonov pufer (pH 8,1) pozostávajúci z dvoch roztokov. I: 0,191 M kyselina boritá, 0,050 M hydroxid lítny. II: 0,051 M tris, 0,008 M kyselina citrónová. Roztok I sa použil pre elektroforézu a oba roztoky I a II sme použili v pomere 1 : 9 pre prípravu gélu.

V tris-citrátovom pufri sme separovali dva izoenzymové systémy: Aco a MDh; v tris-borátovom pufri sme separovali dva izoenzymové systémy: ShDh a Adh a napokon separovali tri izoenzymové systémy: Lap, Got a GDh (tab. I). Z priestorových dôvodov postupy farbenia na tomto mieste neuvádzame a sú uvedené v práci G o m o r y h o (1988).

## GENETICKÁ ANALÝZA

Pre stanovenie stupňa outcrossingu bolo použitých všetkých 14 detekovaných lokusov. Pre stanovenie stupňa outcrossingu (jednolokusový a multilokusový model) bol použitý program MLTF (R i t l a n d a E l - K a s s a b y, 1985) využívajúci metódu najväčšej pravdepodobnosti odhadu outcrossingu.

Indexy fixácie boli vypočítané podľa Wrightovho vzorca

$$F = 1 - (H_o/H_e)$$

kde:  $H_o$  a  $H_e$  sú pozorované a očakávané heterozygotnosti (W r i g h t, 1922).

Výpočet alelických frekvencií a ich intervalov spoľahlivosti sme urobili pre materské jedince (klony) otcovský komponent genotypu potomstva ( $pe'$ ) a potomstvá (embryá). Zhodu rozdelení alelických frekvencií sme testovali pomocou G-testu ( $\alpha = 0,05$ ).

Stupeň kontaminácie semenného sadu  $pe'$ om z pozadia sme vypočítali na základe vylučovacej metódy, na základe ktorej multilokusová gaméta  $pe'$ u pochádzajúca z voľného opelenia sa dedukovala z pozorovania genotypu embrya a korešpondujúceho megagametofytu (endospermu). Frekvencia gamiet, ktoré nesúhlasia so žiadnou možnou kombináciou gametického genotypu bola považovaná za odhad minimálnej hladiny kontaminácie (E l - K a s s a b y et al., 1989).

## VÝSLEDKY

### ALELICKÉ FREKVENCIE

V tab. II uvádzame prehľad alelických frekvencií vypočítaných pre tri gametické súbory: materské jedince (klony),  $pe'$  a potomstvá. I keď analyzované súbory boli pomerne rozsiahle (82 klonov a 595 analyzovaných semien) a rozdiely v alelických

I. Prehľad použitých izoenzymových systémov pre analýzu semena borovice sosny - A survey of isoenzyme systems used for analyses of Scots pine seed

| Izoenzymový systém                    | Skratka | EC-kód       | Počet lokusov |
|---------------------------------------|---------|--------------|---------------|
| Akonitáza                             | Aco     | EC 4.2.1.3   | 1             |
| Alkohol dehydrogenáza                 | ADh     | EC 1.1.1.2.  | 2             |
| Glutamát dehydrogenáza                | GDh     | EC 1.4.1.3.  | 1             |
| Glutamát oxalacetát-<br>-transamináza | Got     | EC 2.6.1.1.  | 3             |
| Leucín aminopeptidáza                 | Lap     | EC 3.4.11.1. | 2             |
| Malát dehydrogenáza                   | MDh     | EC 1.1.1.37  | 3             |
| Shikimát dehydrogenáza                | ShDh    | EC 1.1.1.25  | 2             |

frekvenciách sa zdajú byť pomerne výrazné, vo väčšine prípadov hodnoty testovacích charakteristík boli pod hladinou štatistickej významnosti. Výskyt zriedkavých alel, práve v prípadoch populácie otcovských jedincov (pel'), naznačuje, že semenný sad bol kontaminovaný pel'om z pozadia, pretože spomedzi všetkých klonov v semennom sade nebol zaznamenaný výskyt týchto alel (napr. 1. alelický variant u Aco, 1. a 4. alela u MDh b, 3. alela u ADh a, 1. alela u GDh, 2. alela u Got a a Got c a 4. alela u ShDh a). Možno konštatovať, že rozdiely medzi týmito tromi súbormi nie sú štatisticky významné, okrem Lap a, kde sa zaznamenali štatisticky vysoko významné rozdiely tak medzi tromi súbormi, ako aj medzi gamétami materskej a otcovskej populácie ( $G = 23,01^{***}$ , resp.  $36,08^{***}$ ).

II. Alelické frekvencie klonov, pel'u a potomstiev borovice sosny zo semenného sadu Kočovce - Allele frequencies of clones, pollen and progenies of Scots pine from Kočovce seed orchard

| Lokus | Klony   | Pel'  | Potomstvo | G-test            |
|-------|---------|-------|-----------|-------------------|
| Aco a | 1 0,000 | 0,015 | 0,007     | 3,71 <sup>1</sup> |
|       | 2 0,680 | 0,734 | 0,712     | 5,18 <sup>2</sup> |
|       | 3 0,320 | 0,251 | 0,281     |                   |
| MDh a | 1 0,086 | 0,066 | 0,078     | 0,42              |
|       | 2 0,914 | 0,934 | 0,922     | 0,78              |
| MDh b | 1 0,000 | 0,004 | 0,002     | 1,15              |
|       | 2 0,618 | 0,626 | 0,630     | 3,85              |
|       | 3 0,382 | 0,367 | 0,367     |                   |
|       | 4 0,000 | 0,004 | 0,002     |                   |
| MDh c | 1 0,380 | 0,393 | 0,396     | 2,09              |
|       | 2 0,236 | 0,183 | 0,211     | 2,85              |
|       | 3 0,380 | 0,425 | 0,392     |                   |
|       | 4 0,005 | 0,000 | 0,000     |                   |



|        |      |       |       |       |          |
|--------|------|-------|-------|-------|----------|
| ADh a  | 1    | 0,234 | 0,275 | 0,253 | 4,75     |
|        | 2    | 0,666 | 0,678 | 0,673 | 7,78     |
|        | 3    | 0,000 | 0,004 | 0,002 |          |
|        | 4    | 0,100 | 0,043 | 0,073 |          |
| ADh b  | 1    | 0,106 | 0,088 | 0,092 | 2,88     |
|        | 2    | 0,538 | 0,659 | 0,620 | 2,99     |
|        | 3    | 0,356 | 0,254 | 0,288 |          |
| GDh    | 1    | 0,338 | 0,267 | 0,303 | 2,19     |
|        | 2    | 0,662 | 0,729 | 0,696 | 3,39     |
|        | 3    | 0,000 | 0,004 | 0,002 |          |
| Got a  | 1    | 0,000 | 0,011 | 0,005 | 1,66     |
|        | 2    | 1,000 | 0,989 | 0,995 | 2,32     |
| Got b  | 2    | 0,368 | 0,402 | 0,384 | 6,06     |
|        | 3    | 0,614 | 0,598 | 0,609 | 7,87     |
|        | 4    | 0,018 | 0,000 | 0,008 |          |
|        |      |       |       |       |          |
| Got c  | 1    | 0,000 | 0,003 | 0,001 | 0,93     |
|        | 2    | 0,328 | 0,341 | 0,344 | 1,31     |
|        | 3    | 0,670 | 0,657 | 0,654 |          |
|        | 4    | 0,002 | 0,000 | 0,001 |          |
| Lap a  | 1    | 0,007 | 0,018 | 0,013 | 23,11*** |
|        | 2    | 0,736 | 0,865 | 0,798 | 36,08*** |
|        | 3    | 0,164 | 0,112 | 0,139 |          |
|        | 4(0) | 0,093 | 0,005 | 0,050 |          |
|        |      |       |       |       |          |
| Lap b  | 1    | 0,021 | 0,011 | 0,015 | 4,23     |
|        | 2    | 0,872 | 0,904 | 0,889 | 6,26     |
|        | 3    | 0,086 | 0,082 | 0,083 |          |
|        | 4    | 0,012 | 0,004 | 0,008 |          |
|        | 5(0) | 0,009 | 0,000 | 0,005 |          |
| ShDh a | 1    | 0,078 | 0,072 | 0,073 | 1,31     |
|        | 2    | 0,821 | 0,806 | 0,820 | 2,00     |
|        | 3    | 0,101 | 0,115 | 0,104 |          |
|        | 4    | 0,000 | 0,007 | 0,004 |          |
| ShDh b | 1    | 0,072 | 0,108 | 0,089 | 3,94     |
|        | 2    | 0,000 | 0,021 | 0,010 | 5,11     |
|        | 3    | 0,928 | 0,871 | 0,900 |          |

Pozn.: 1 - porovnanie dvoch alelických frekvencií (klony, peľ)  
 2 - porovnanie troch alelických frekvencií (klony, peľ, potomstvo)

#### HETEROZYGOTNOST A INDEXY FIXÁCIE

V tab. IV je uvedený prehľad pozorovaných a očakávaných heterozygotností vypočítaných pre potomstvá. Pozorované heterozygotnosti sa pohybujú v intervale od 0,123 (MDh a) po 0,405 (ADh a). Zistili sme pomerne veľké rozdiely medzi pozorovanými a očakávanými heterozygotnosťami, čo má súčasne za následok vysoké

a kladné hodnoty indexov fixácie, ktoré naznačujú nadbytok homozygotov. Indexy fixácie uvedené v tejto tabuľke boli vypočítané podľa metódy Curie a Cohena (1982).

### III. Pozorované a očakávané heterozygotnosti a indexy fixácie potomstiev zo semenného sadu borovice sosny Kočovce Scots pine seed orchard

| Lokus   | $n$ | $h_o$ | $h_e$ | $V_h$ | $F$   | $\chi^2$ |
|---------|-----|-------|-------|-------|-------|----------|
| Aco     | 553 | 0,259 | 0,415 | 0,000 | 0,379 | 79,36    |
| MDh a   | 559 | 0,123 | 0,144 | 0,003 | 0,140 | **       |
| MDh b   | 548 | 0,327 | 0,469 | 0,009 | 0,304 | 50,51    |
| MDh c   | 251 | 0,315 | 0,644 | 0,023 | 0,492 | 60,79    |
| ADh a   | 538 | 0,405 | 0,479 | 0,012 | 0,119 | 7,60     |
| ADh b   | 217 | 0,290 | 0,524 | 0,036 | 0,443 | 42,52    |
| GDh     | 565 | 0,297 | 0,425 | 0,016 | 0,298 | 50,14    |
| Got a*  | 556 | -     | -     | -     | -     | -        |
| Got b   | 533 | 0,311 | 0,482 | 0,019 | 0,350 | 65,32    |
| Got c   | 496 | 0,230 | 0,454 | 0,023 | 0,496 | 122,24   |
| Lap a   | 556 | 0,311 | 0,342 | 0,023 | 0,047 | 1,24     |
| Lap b   | 540 | 0,133 | 0,203 | 0,027 | 0,325 | 57,04    |
| ShDh a  | 531 | 0,286 | 0,311 | 0,033 | 0,036 | 0,69     |
| ShDh b  | 381 | 0,147 | 0,181 | 0,052 | 0,182 | **       |
| Priemer |     | 0,246 | 0,362 |       | 0,258 |          |

Pozn.: \* Vzhľadom na monomorfický charakter dát sa výpočet u Got c neuskutočnil.

\*\* Výpočet  $\chi^2$  sa vzhľadom na charakter dát neuskutočnil

Vysvetlivky:  $n$  - počet analyzovaných embryí;  $h_o$  - pozorovaná heterozygotnosť;  $h_e$  - očakávaná heterozygotnosť;  $V_h$  - variancia očakávanej heterozygotnosti;  $F$  - index fixácie;  $\chi^2$  - hodnota testovacej charakteristiky  $\chi^2$

### OUTCROSSING

Predpokladom splnenia požiadaviek kladených na semenné sady je maximalizácia panmixie a minimalizácia selfingu. Outcrossing (doplnok selfingu  $t = 1 - s$ ) bol vypočítaný podľa metódy odvodennej R i t l a n d o m a E l - K a s s a b y m pre ihličnaté dreviny, pričom pre iterácie sa použila Newton-Raphsonova metóda. Hodnoty outcrossingu vypočítané pre jednotlivé lokusy sa pohybujú od 0,340 (MDh c) do 0,850 (ShDh b), pričom priemer zo všetkých lokusov predstavoval 0,632. Sú to pomerne nízke odhady outcrossingu, ktoré dokazujú, že v semennom sade je

IV. Jednolokusové a multilokusové odhady indexov fixácie a outcrossingu potomstiev borovice sosny zo semenneho sadu Kočovce - Single locus and multilocus estimates of fixation indexes and outcrossing of the Scots pine progenies from the Kočovce seed orchard

| Lokus  | F      | $s_F$ | t     | $s_t$ |
|--------|--------|-------|-------|-------|
| Aco    | -0,425 | 0,816 | 0,598 | 0,067 |
| MDh a  | *      | *     | 0,827 | 0,064 |
| MDh b  | -0,175 | 0,106 | 0,673 | 0,068 |
| MDh c  | 0,354  | 0,118 | 0,340 | 0,047 |
| ADh a  | -0,005 | 0,158 | 0,728 | 0,045 |
| ADh b  | 0,179  | 0,137 | 0,479 | 0,064 |
| GDh    | -0,349 | 0,099 | 0,725 | 0,066 |
| Got a  | *      | *     | 0,707 | 0,000 |
| Got b  | -0,245 | 0,139 | 0,601 | 0,000 |
| Got c  | -0,024 | 0,124 | 0,354 | 0,057 |
| Lap a  | -0,073 | 0,295 | 0,721 | 0,059 |
| Lap b  | *      | *     | 0,625 | 0,068 |
| ShDh a | *      | *     | 0,850 | 0,052 |
| ShDh b | *      | *     | 0,626 | 0,110 |
| $t_m$  | -0,085 |       | 0,632 |       |
| $T_m$  | -0,062 | 0,042 | 0,792 | 0,022 |

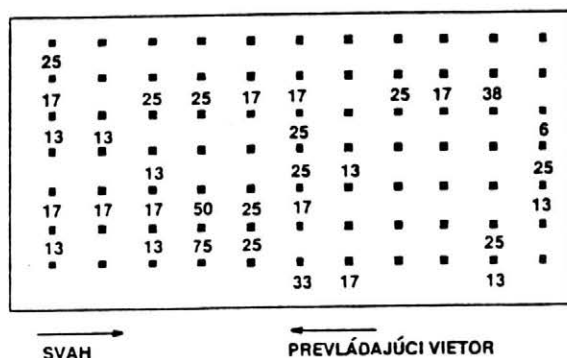
Vysvetlivky: F - index fixácie;  $s_F$  - smerodajná odchýlka indexu fixácie; t - outcrossing;  $s_t$  - smerodajná odchýlka outcrossingu;  $t_m$  - priemer jednolokusových odhadov outcrossingu;  $T_m$  - multilokusový odhad outcrossingu

v súčasnosti pomerne vysoká hladina selfingu. Ako príčina tohto javu sa dá vysvetliť nedostatočné kvitnutie samčích kvetov s nedostatočnou produkciou peľu. Táto príčina má dočasný charakter a okrem nej možno za príčinu nízkych hodnôt outcrossingu považovať aj pomerne nízky počet klonov a nedostatky v ich rozmiestnení.

Multilokusový odhad outcrossingu vypočítaný pre všetky lokusy dosiahol hodnotu  $0,79 \pm 0,02$ . Okrem tohto výpočtu sme uskutočnili postupný výpočet outcrossingu, pri ktorom sme postupne zarad'ovali do výpočtu lokusy s najvyššími hodnotami. Pri zaradení šiestich až deviatich lokusov sme dosiahli multilokusový odhad  $0,86 \pm 0,03$ , pri zaradení posledných štyroch lokusov do výpočtu hodnoty odhadu outcrossingu postupne klesali až na konečnú hodnotu  $0,79 \pm 0,02$ .

#### KONTAMINÁCIA SEMENNÉHO SADU

Pri výpočte kontaminácie sme použili nevyvážený model, ktorý zohľadňoval všetky lokusy s detekovanými alelami, teda vypustil tie lokusy, pri ktorých sme z roznych dôvodov nemohli zistiť skutočnú alelu. Do výpočtu kontaminácie boli zahrnuté len tie



1. Plošné rozmiestenie kontaminácie (%) v analyzovanej časti semenného sadu borovice sosny Kočovce - Areal distribution of contamination (%) in the analyzed part of the Kočovce Scots pine seed orchard

semená, u ktorých sme genotyp zistili minimálne v šiestich lokusov. Celkový počet analyzovaných semien bol 595, čo je približne dva razy viac než v mnohých iných prípadoch. Zahnutím niekoľkých vrúbľovancov z toho istého klonu sa zvýšila presnosť stanovenia kontaminácie. Teoretický počet unikátnych gamiet v semennom sade bol 525, čo reprezentuje 20,6% z celkového počtu gamiet, ktorý bol vypočítaný podľa nasledovného vzorca:

$$N_c = \sum_i 2^{n_{hi}}$$

kde:  $n_{hi}$  - je počet heterozygotných lokusov u  $i$ -tého vrúbľovanca

Úroveň kontaminácie sa pohybovala u jednotlivých vrúbľovancoch (klonov) od 0% do 75%. Hodnotu 0% sme dosiahli v 36 prípadoch (44%) a do 15% v 68 prípadoch. Úroveň kontaminácie jednotlivých potomstiev má silne ľavostranné rozdelenie, pričom hodnoty vyššie než 25% sme dosiahli len v ôsmich prípadoch. Celková kontaminácia semenného sadu peľom z pozadia dosiahla 11% (s intervalom spoľahlivosti na hladine  $\alpha = 0,05$ , 9% až 14%). Priestorové rozmiestnenie vrúbľovancov s vyšším podielom kontaminácie je znázornené na obr. 1. Z priestorového rozmiestnenia vyplýva, že v hornej časti semenného sadu je vyšší stupeň kontaminácie, než v spodnej časti, ktorá je chránená. Horná časť semenného sadu sa nachádza v hrebeňovej časti mierneho svahu, ktorá je vystavená nárazom vetra a teda má aj väčšiu pravdepodobnosť zachytávania peľu z pozadia.

## DISKUSIA

Predpokladom splnenia základnej funkcie semenného sadu je dostatočné kvitnutie samčích kvetov, ktoré zabezpečí opelenie sadu vlastným peľom. V prípade nedostatočného výskytu samčích kvetov a nízkej hladiny peľu v semennom sade, funkciu opel'ovateľ'a preberá peľ z pozadia, čo môže mať za následok zníženie genetickej hodnoty semena zo semenného sadu. K o s k i (1980) uvádza ako minimálnu produkciu peľu v semennom sade 20 kg . ha<sup>-1</sup>. Vzhľadom na nízky vek vrúbľovancov sa

toto množstvo v semennom sade Kočovce s najväčšou pravdepodobnosťou nedosiahlo.

Jednou z podmienok správneho stanovenia kontaminácie je správne stanovenie genotypov všetkých klonov obsiahnutých v semennom sade. V prípade nesprávneho označenia (t.j. vynechania niektorého klonu pri analýze), by sa peľ patriaci takémuto klonu považoval za peľ z pozadia, čo by malo za následok zvýšenie úrovne kontaminácie. V našich analýzach je zahrnutých 82 vrúbľovancov patriacich 26 klonom, to znamená, že veľkým rozsahom analyzovaných vrúbľovancov a semien sme znížili predpoklad nezahrnutia niektorého klonu do analýz na minimum.

U mnohých drevín sa ukázalo, že úroveň kontaminácie semenných sadov z pozadia je vážnym problémom, najmä v prípade prenosu semenných sadov do klimaticky priaznivých podmienok. Smith a Adams (1983) zistili u *Pseudotsuga menziesii* úroveň kontaminácie mladého semenného sadu 50%. Friedman a Adams (1985) zistili pomerne vysokú hladinu kontaminácie semenného sadu u *Pinus taeda* (36%). V pomerne dobre izolovanom semennom sade *Pinus tabulaeformis* v podmienkach Číny Shen et al. (1989) zistili 18% kontamináciu peľom z pozadia. El-Kassaby a Rittland (1986) naopak zistili pomerne nízku úroveň kontaminácie semenného sadu pomocou metódy na základe diferencií medzi alelickými frekvenciami u jednotlivých lokusov. Diferencie medzi ich výsledkami a výsledkami Smitha a Adamsa (1983) môžu byť skutočné, ale môžu byť tiež následkom použitia rôznych metód.

V škandinávskych krajinách je borovica sosna považovaná za najrozšírenejšiu drevinu a je preto problematické umiestniť semenné sady do takých podmienok, ktoré by spĺňali predpoklad ich dobrej izolácie. V SRN, v dobre izolovanom semennom sade borovice sosny zistil Müller-Stark (1982) 1 až 2% kontaminácie, Nagasaka a Szmidt (1984) zistili 29%, El-Kassaby et al. (1988) 21 až 36%. Z fínskych podmienok Harju et al. (1989) zistili nižšie hladiny kontaminácie 17 až 35%.

Rozdiely v kontaminácii semenných sadov treba popri umiestnení semenných sadov (vhodná izolácia) vidieť predovšetkým v úrovni kvitnutia samčích kvetov. Mladé semenné sady, ktoré nedostatočne kvitnú samčými kvetmi, majú automaticky vyššiu pravdepodobnosť kontaminácie. Druhá podmienka, ktorá ovplyvňuje výsledok výpočtu kontaminácie je správne a úplné stanovenie genotypov jednotlivých vrúblovancov v semennom sade.

I napriek skutočnosti, že niektoré výsledky stanovenia kontaminácie semenných sadov sú zatiaľčené rôznymi faktormi, výsledky ukazujú, že kontaminácia semenných sadov peľom z pozadia sa v mnohých krajinách stáva vážnym problémom. Pri prenose semenných sadov o niekoľko stupňov severnej zemepisnej šírky na juh (prípád škandinávskych krajín) peľ z pozadia predstavuje gény s nižšou úrovňou mrazuvzdornosti než majú klony, ktoré sú umiestnené v semennom sade.

Na Slovensku je niekoľko semenných sadov založených za hranicou alebo na okraji prirodzeného areálu borovice sosny, čo môže mať za následok migráciu peľu z okolitých, často nekvalitných porastov. Mnohé z posledných prác ukázali, že prenos vitálneho peľu ihličnatých drevín sa neobmedzuje na niekoľko stoviek metrov, ale pri jeho vysokej hladine v ovzduší to môže predstavovať niekoľko stoviek kilometrov (Paulet et al., 1989).



Zníženie následkov nedostatočného kvitnutia sa dá regulovať niekoľkými faktormi, ako napr. dodatkovým opelením (Yazdani et al., 1986), alebo reguláciou začiatku kvitnutia semenného sadu jeho chladením vodou (napr. u *Pseudotsuga menziesii* - El-Kassaby a Ritland, 1986).

S úrovňou kvitnutia semenného sadu bezprostredne súvisia procesy prebiehajúce na úrovni populácie s konečnou veľkosťou, ako napr. inbríding a outcrossing. Hodnoty outcrossingu, ktoré sme dosiahli pri analýze semenného sadu Kočovce je potrebné považovať za pomerne vysoké hodnoty, ktoré vyplývajú z nedostatočného kvitnutia samčímí kvetmi. V podmienkach dobre plodiacej semenných sadov (20 až 30 ročných) úroveň outcrossingu dosiahla bežné hodnoty vyššie než 0,95 m čo znamená, že len 5% semien pochádza zo selfingu.

#### Pod'akovanie

Za pomoc pri laboratórnych analýzach ďakujeme RNDr. Soni Boháčikovej, Jane Kapcovej a Romanovi Longauerovi pri zbere experimentálneho materiálu a lúštení semena Jozefovi Packovi. Za cenné pripomienky ďakujeme Ing. Dušanovi Gömörymu, CSc.

#### Literatúra

- ASKEW, G.R.: Estimation of gamete pool compositions in clonal seed orchards. *Silvae Genet.*, 37, 1988, s. 227-232.
- EL-KASSABY, Y. A. - YEH, F. C. - SZIKLAI, O.: Estimation of the outcrossing rate of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) Mirb.(Franco) using allozyme polymorphisms. *Silvae Genet.*, 30, 1981, s. 182-184.
- EL-KASSABY, Y. A. - FASHLER, A. M. K. - SZIKLAI, O.: Reproductive phenology and its impact on genetically improved seed production in a Douglas-fir seed orchard. *Silvae Genet.*, 33, 1984, s. 120-125.
- EL-KASSABY, Y. A. - RITLAND, K.: The relation of outcrossing and reproductive phenology and supplemental masspollination in a Douglas-fir seed orchard. *Silvae Genet.*, 35, 1986, s. 240-244.
- EL-KASSABY, Y. A. - RITLAND, K.: Low levels of pollen contamination in a Douglas-fir seed orchard as detected by allozyme markers. *Silvae Genet.*, 35, 1986, s. 224-229.
- EL-KASSABY, Y. A. - RUDIN, D. - YAZDANI, R.: Levels of outcrossing and contamination in two *Pinus sylvestris* L. seed orchards in Northern Sweden. *Scand. J. For. Research*, 4, 1989, č. 1, s. 41-49.
- ERIKSSON, G. - JONSSON, A. - LINDGREN, D.: Flowering in a clonal trial of *Picea abies* Karst. *Studia forestalia Suecica*, 110, 1973, s. 1-45.
- FASHLER, A. M. K. - DEVITT, W. J. B.: A practical solution to Douglas-fir seed orchard pollen contamination. *For. Chron.*, 56, 1980, s. 237-241.
- FRIEDMANN, S. T. - ADAMS, W. T.: Levels of outcrossing in two loblolly pine seed orchards. *Silvae Genet.*, 34, 1985, s. 157-162.
- FRIEDMANN, S. T. - ADAMS, W. T.: Estimation of gene flow into two seed orchards of loblolly pine (*Pinus taeda* L.). *Theor. appl. Genet.*, 68, 1985, s. 609-615.
- GÓMÓRY, D.: Vplyv obhospodarovania na genetickú štruktúru populácií smreka obyčajného (*Picea abies* Karst.) na Slovensku. (Kandidátska dizertačná práca.) Zvolen, VŠLD, 1988, 135 s.
- HARJU, A. - MUONA, O.: Background pollination in *Pinus sylvestris* L. seed orchards. *Scand. J. For. Research*, č. 4, 1988, s. 513-520.
- JONSSON, A. - EKBERG, I. - ERIKSSON, G.: Flowering in a seed orchard of *Pinus sylvestris* L. *Stud. For. Suecica*, 135, 1976, s. 1-38.
- MORAN, G. F. - BELL, J. C. - MATHESON, A. C.: The genetic structure and levels of inbreeding in a *Pinus radiata* D. Don seed orchard. *Silvae Genet.*, 29, 1980, s. 190-193.
- MUONA, O. - PAULE, L. - SZMIDT, A. E. - KÄRKÄINEN, K.: Mating system analysis in a Central and Northern European population of *Picea abies*. *Scand. J. For. Research*, č. 5, 1989, s. 97-102.
- MÜLLER-STARCK, G.: 1982: Reproductive systems in conifer seed orchards. I. Mating probabilities in a seed orchard of *Pinus sylvestris* L. *Silvae Genet.*, 31, 1982, s. 188-197.

- NAGASAKA, K. - SZMIDT, A. E.: Multilocus analysis of external pollen contamination of a Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) seed orchard. In: Population genetics in forestry (ed. H.-R. Gregorius). Lecture Notes in Biomathematics, 60, 1984, s. 134-138.
- PAULE, L. et al.: Uplatnenie genetiky, šľachtenia a introdukcie lesných drevín pri zvyšovaní produkcie a stability lesných porastov. In: Sborník ČSAZ, 124, 1988, s. 1-80.
- PAULE, L. - LINDGREN, D. - YAZDANI, R.: Outcrossing rate and pollen contamination in Norway spruce (*Picea abies* Karst.) seed orchards in Northern Sweden. Scand. J. For. Research, 1989, (v tlači).
- PAULE, L. - LINDGREN, D. - SHEN, X. H. - SEGERSTRÖM, U. - WALLIN, J. E. - YAZDANI, R. - LEJDEBRO, M. L.: Pine genes may migrate for long distances by pollen, 1989, (v príprave).
- RITLAND, K. - EL-KASSABY, Y. A.: The nature of inbreeding in a seed orchard of Douglasfir as shown by an efficient multilocus model. Theor. appl. Genet., 71, 1985, s. 375-384.
- RUDIN, D. - EKBERG, I.: Genetic structure of open-pollinated progenies from a seed orchard of *Pinus sylvestris*. Silva fenn., 16, 1982, s. 87-93.
- SHAW, D. V. - ALLARD, R. W.: Estimation of outcrossing rates in Douglasfir using isozyme markers. Theor. appl. Genet., 62, 1982, s. 113-120.
- SHEN, X. H. - RUDIN, D. - LINDGREN, D.: Study of the pollination pattern in a Scots pine seed orchard by means of isozyme analysis. Silvae Genet., 30, 1981, s. 7-15.
- WRIGHT, S., 1922: Coefficients of inbreeding and relationship. Amer. Natur., 56, 1922, s. 330-338.
- WANG, X. R. - SHEN, X. H. - SZMIDT, A. E.: The choice of allozyme markers for studies in conifer seed orchards: The case of *Pinus tabulaeformis* Carr. In: H. Hatterer - L. Fineschi - F. Cannata M. E. Malvolti (eds.): Biochemical markers in the population genetics of forest trees. SPB Academic Publishing, The Hague, 1990, s. 173-181.
- WANG, X. R. - LINDGREN, D. - YAZDANI, R.: Pollen migration into seed orchard of *Pinus sylvestris* L. and the efficiency of its estimation using allozyme markers. Silvae Genet., 1990, (v tlači).
- YAZDANI, R. - RUDIN, D.: Pollen contamination in different blocks and annual crops of a seed orchard of *Pinus sylvestris* L. in Northern Sweden., 1989, (v príprave).

Došlo dňa 4.9.1989

PAULE, L. - MRÁZIKOVÁ, M. (Lesnícka fakulta VŠLD, Zvolen): Genetic analysis of the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) progeny from a seed orchard. Lesnictví, 36, 1990 (10): 843-854.

Genetic analysis of the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) progeny from a seed orchard was carried out using parallel isozyme analyses of 595 megagametophytes and corresponding embryos originating from 82 graftlings of 29 clones. The observed heterozygosities varied in individual loci from 0.123 (MDh a) to 0.405 (ADh a) while the mean heterozygosity and mean fixation index reached the values of 0.246 or 0.258, respectively. Outcrossing estimates were done for each locus separately but also using multilocus records (El-Kassaby and Ritland method). Single locus outcrossing estimates varied from 0.34 to 0.85, while the multilocus outcrossing estimate computed for all 14 loci was 0.79 ± 0.02 and that computed for the best discriminating six to eight loci was 0.86 ± 0.03. The contamination of seed orchard by background pollen was estimated using allozyme markers. Contamination estimate was 0.11, and in view of the suitable seed orchard localization in a broadleaved area this is considered to be rather a high estimate proving the transport of vital pollen for long distances, but also, as regards the low outcrossing values, the unsatisfactory flowering of male flowers.

*Pinus sylvestris* L., seed orchards; isozymes; contamination

PAULE, L. - MRÁZIKOVÁ, M. (Lesnícka fakulta VŠLD, Zvolen): Genetische Analyse der Nachkommenschaft der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) aus einer Samenplantage. Lesnictví, 36, 1990 (10): 843-854.

Die genetische Analyse der aus der Samenplantage Kočovce stammenden Nachkommenschaft der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) wurde anhand von parallelen Isoenzymanalysen von 595 Endospermen und entsprechenden Embryonen aus 82 Propfingen durchgeführt. Die untersuchten Heterozygositäten lagen bei einzelnen Loci zwischen 0,123 (MDh a) und 0,405 (Adh a), wobei der Wert der mittleren Heterozygosität 0,246 und der des mittleren Fixationsindex 0,258 erreichte. Die Outcrossing-Schätzungen (Fremdbefruchtung) wurden für jeden Locus getrennt, aber auch anhand von Multilokus-Schätzungen (Methoden nach Ritland und El-Kassaby) durchgeführt. Die Unilokus-Schätzungen des Outcrossing lagen zwischen 0,34 und 0,85. Die Multilokus-Schätzung des Outcrossing, berechnet für alle

14 untersuchten Loci war 0,79 - 0,02 und für die besten 6 - 8 Loci betrug sie 0,86 - 0,03. Der Grad der Kontamination der Samenplantage durch Hintergrundspollination wurde anhand der Multilokus - Allozymmarker durchgeführt und repräsentierte 11%. Mit Rücksicht auf die günstige Lage der Samenplantage in einem Laubholzgebiet kann dieser für einen relativ hohen Wert gehalten werden, was auf die Möglichkeit der Übertragung des vitalen Pollens auf größere Entfernungen hinweist, aber auch auf das ungenügende Blühen der männlichen Blüten bei Berücksichtigung der niedrigen Outcrossing-Werte.

*Pinus sylvestris* L.; Samenplantage; Outcrossing; Isoenzyme; Kontamination.

---

*Adresa autorů:*

Doc. ing. Ladislav P a u l e , CSc., ing. Miriam M r á z i k o v á  
Vysoká škola lesnícká a drevárska, 960 53 Zvolen

---

**Z. Prudič**

---

PRUDIČ, Z. (Strážnice): Areál jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) v Moravských Karpatech. Lesnictví, 36, 1990 (10): 855-866.

V práci je popsána a zdůvodněna hranice souvislého rozšíření jedle v Moravských Karpatech od průsmyku Zapechovského k obci Ústí u Teplic. Jedle svým přirozeným výskytem zaujímá Javorníky, Vsetínské vrchy, převážnou část Hostýnských vrchů, severovýchodní okraj Kelčské pahorkatiny, východní část Vizovické vrchoviny a nejsevernější část Bílých Karpat. Hranice jedle, zakreslená na připojené mapce, je linií, kam tato dřevina dospěla při svém šíření "karpatskou cestou". Její další postup byl pravděpodobně zamezen cenotickými poměry - převahou bukových společenstev. Jedle bělokorá ve své oblasti Moravských Karpat zaujímá mimo lužní polohy všechna stanoviště od vyvinutých půd typu hnědozemě až po ranker a skály. Na okraj svého rozšíření vytvořila společenstva dubových bučin s jedlí. Podle historických dokladů je dnešní hranice souvislého rozšíření jedle v Moravských Karpatech poměrně stabilní již 300 let. Probíhá v nadmořské výšce 255 až 650 m.

chorologie; fytoecologie; jedle; Moravské Karpaty

---

Jednou z úloh, kterou možno řešit po skončení typologického průzkumu a mapování československých lesů, je zpřesnění hranic rozšíření lesních dřevin. Na první pohled je řešení této problematiky zcela jednoduché. Existují typologické mapy se zákresy lesních typů a pro každý soubor lesních typů je udána přirozená dřevinná skladba. Mapovým shrnutím lesních typů s výskytem určité dřeviny v přirozené skladbě se získá zpřesněný areál studované dřeviny v určité oblasti. Odvozená skladba dřevin však většinou nepřihlíží k přírodním lesním oblastem. Toto je zřejmé z Typologické klasifikace lesů v ČSR (P l í v a, 1986), kde pouze v souboru 4B a 4S je uvedena alternativa pro některé oblasti. A o kategorii "O" se doslova uvádí, že její jedlový charakter je podmíněn geograficky. Existují však další přírodní lesní oblasti, jejichž přirozená skladba dřevin v některých typech se liší od celostátního průměru. Je tomu tak především v karpatské oblasti.

I když je tato problematika do značné míry jen teoretická, má základní význam pro zpřesnění rozšíření jedle bělokoré v Moravských Karpatech. Jako typolog v této části Moravy jsem získal v padesátých a šedesátých letech řadu poznatků doložených stavem tehdejších porostů s jedlí. Protože pokračující mechanizace těžebních prací i celostátní uniformita obnovních cílů s těžištěm na smrk v budoucnu stěží umožní zpřesnění hranic rozšíření jedle, je vhodné pojednat o areálu jedle bělokoré v Moravských Karpatech v širších souvislostech.

V Moravských Karpatech, ke kterým počítám přírodní lesní oblasti Středomoravské Karpaty, Kelečskou pahorkatinu, Hostýnsko-vsetínskou vrchovinu s Javorníky a Bílé Karpaty s Vizovickými vrchy, zaujímá bukodubový vegetační stupeň 16%, dubobukový 39%, bukový 12%, jedlobukový 32% a ostatní stupně 1% porostní plochy ze 166 000 ha lesa.

Pro zpřesnění areálu jedle bělokoré v této oblasti je rozhodující stupeň dubobukový a bukový. V nejdůležitějších souborech lesních typů těchto stupňů je odvozen následující podíl jedle (P l í v a, 1986):

| Stupeň:         | Dubobukový |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Bukový |    |    |    |    |    |
|-----------------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|----|
| Soubor:         | 3K         | 3S | 3F | 3H | 3B | 3D | 3U | 3O | 4K | 4S | 4F     | 4H | 4B | 4D | 4U | 4O |
| Podíl<br>jedle: | 1          | +  | 1  | .  | +  | +  | 2  | 4  | 2  | 2  | 2      | 2  | 2  | 1  | 1  | 4  |

V souboru 4B se oblastně připouští přirozená skladba bk 1o a v souboru 4S pro *Fagetum pauper* bk 1o, jd+. V souboru 3H, kde se v přirozené skladbě s jedlí neuvažuje, byla tato uvedena jako příměs při rekonstrukci přirozené skladby v Typologickém systému ÚHUL 1971. Naopak s jedlí neuvažoval zmíněný systém v souboru 3S.

V obdobných skupinách připouští Z l a t n í k (1959) jedli spíše výjimečně a uvádí: "Ve *Quercetu-Fagetu* v původních porostech nesporně převládal buk nad dubem... Ve vyšších a chladnějších polohách třeba předpokládat menší a ojedinělý výskyt jedle." Podobně pro *Fagetum pauper* odvozuje "v sousedství skupin lesů, v kterých byly přimíšeny jehličnany, se samovolně zvyšoval podíl jedle..." Po vzoru Z l a t n í k a uvádějí stejné složení původních porostů ve svých pracích R a n d u š k a (1986) a M u s í l (1963).

K rektifikaci areálu jedle v Moravských Karpatech je nutno zodpovědět otázku, zda tato dřevina je přirozenou složkou lesních společenstev ve 3. a 4. vegetačním stupni, a zda na mnohých místech dosud zachovalé porosty listnáčů bez jedle možno považovat v naší oblasti za přirozené. K tomu uvádím nejprve nejstarší zprávy o dřevinné skladbě lesů této části Moravy a tyto konfrontuji s pracemi, které hodnotily Moravské Karpaty (anebo jejich části) po stránce geobotanické a dendrologické.

## DOKLADY O DŘEVINNÉ SKLADBĚ

Nejstarší informace o dřevinné skladbě se uvádějí především vzhledem k buku a jedli. Z prehistorické doby uvádí O p r a v í l (1967) výskyt jasanu u Napajedel z období halštatu (1000 až 200 let před počátkem letopočtu). Z téže doby je doložen u Uherského Brodu javor klen i mléč, buk, jasan, dub a jilm. Z hradištní doby (600 až 1000 let n. l.) je tamtéž doložena bříza, buk, dub, vrba a lípa. Makrozbytky jedle byly nalezeny u Tichova (mezi Vizovicemi a Valašskými Klobouky) a u Lužné u Vsetína. Podle O p r a v í l a (1976) pocházejí ze subboreálu (1300 až 700 let před n. l.).

Z historické doby jsou nejstarší údaje ze 17. století. Podle Brumovského urbáře z roku 1659 (N o ž í č k a, 1957) byly okolní lesy jedlové, bukové, osikové, dubové a hrabové. Podle odhadu z roku 1674 náležel k Brumovu dubový les u Návojně, bukový u Štítné a jedlový u Študlova.



Podrobnější údaje jsou uvedeny v Josefském katastru z roku 1787. Pro obce na území lesního závodu Brumov, kde probíhá hranice rozšíření jedle, se uvádí takto zastoupení dřevin: jedle v Poteči, Tichově, Nedašově, jedle s bukem na Vysokém Poli a v Nedašově Lhotě, buk ve Štítně, buk s jedlí a dubem ve Valašských Kloboukách, Střelné a Brumově, kde se ještě vyskytoval habr a osika.

V tomtéž roce (1787) bylo na velkostatku Zlín v revíru a trati "Tlustá" 770 jiter dubu, buku a osiky. Tytéž dřeviny se na tomto velkostatku uvádějí i v odhadech z let 1807 a 1815, zatím co na sousedním panství Vizovice byly roku 1813 mimo porosty listnaté též porosty jedlobukové.

Listnaté porosty buku a dubu se uvádějí též na panství Luhačovice roku 1802 a panství Napajedla mělo roku 1675 v Chřibech horské lesy s duby a buky.

Z hlediska výskytu jedle je důležité zjištění historického průzkumu, že v oblasti LZ Strážnice na Malé Javorině bylo roku 1842 vyseto semeno jedle pocházející z velkostatku Bystřice pod Hostýnem.

Uvedené doklady z prehistorické i historické doby lze takto shrnout: Historický průzkum potvrzuje výskyt jedle v oblasti dnešního jejího rozšíření a nepřináší žádnou zprávu o jejím výskytu v oblasti současných listnatých lesů bez jedle v Moravských Karpatech.

## GEBOTANICKÉ ÚDAJE

Nejstarším údajem je zjištění F e k e t e h o a B l a t t n ě h o (1913) "Jižní část tohoto horského pásu, tak zvané Uhersko-moravské pohraniční pohoří je až k Červenému Kameni pokryta bukovými lesy, odtud na sever vystupuje nejprve jedle, později smrk a určuje charakter lesa..." Přitom Uhersko-moravské pohraniční pohoří jsou dnešní Bílé Karpaty a Červený Kámen je obec ležící na řídce Krivá Tuchyňa, která odvodňuje průsmyk Zapechovský mezi Vlárským a Lyským průsmykem.

Značně povšechný je údaj P o d p ě r y (1924): "Jedle... důležitý průvodce našich horských lesů, kde zvláště v dřívějších dobách převládala v původním lese s bukem a smrkem v severní části Karpat (v Beskydech) a v horských částech jižních Karpat a Chřibů."

S i l l i n g e r (1929) uvádí jedli pouze v bukových lesích montanního pásma Bílých Karpat slovy "někdy je přimísená i jedle bělokora". Jeho Bílé Karpaty zaujímají však též skupinu Makyty v Javornících.

M e z e r a (1944) shrnuje otázku jedle v Bílých Karpatech takto: "S i l l i n g e r na základě rozboru stanovištní vegetace dospěl k závěru, že v celé jihozápadní části Bílých Karpat jsou hlavně na slovenské straně autochtonní jen dřeviny listnaté. Také předběžné šetření konané na moravské straně (lesy strážnického velkostatku) vedou k tomu, že v celé této oblasti byl nejen smrk, borovice, ale i modřín a jedle rozšířeny teprve lesním hospodářstvím".

Z l a t n í k (1957) vylíčil v karpatském území Moravy linii od Makyty do Sveradov a dále po rozvodnici Dřevnice až po Ondřejovsko a Lysinu v Hostýnských vrších a konstatuje: "Na území karpatské části Moravy spadají všechny přirozené výskyt jedle do území ohraničeného uvedenou čarou".

Na základě typologického průzkumu a mapování zpřesnil P r u d i ě (1963) tuto hranici v Bílých Karpatech a Vizovických vrších. V této práci doplňují hranici jedle v Hostýnských vrších a Kelčské pahorkatině tak, aby byla zpracována z tohoto hlediska celá oblast Moravských Karpat.

Z publikovaných geobotanických prací je patrné, že všichni autoři se shodují v tom, že v Moravských Karpatech v submontánních lesích nebyla jedle přirozeně zastoupena.

## DOSAVADNÍ GEBOTANICKÉ MAPOVÁNÍ

Na obr. 1 Geobotanické mapování severovýchodní části Moravských Karpat jsou uvedeny pro porovnání tři snímky geobotanických map v prostoru Gottwaldov - Valašské Klobouky.

Nejstarší je mapa z roku 1955 publikovaná v Lesnickém a mysliveckém atlase. Autorem mapy je S v o b o d a. V atlase ČSSR 1966 je uvedena další mapa, jejímiž autory jsou R o u š a r a Z l a t n í k. Konečně v roce 1976 vyšla geobotanická mapa po redakci M i k y š k y. Všechny tři snímky jsem doplnil jižní hranicí výskytu jedle. Tato hranice byla odvozena z mapy "Lesy" od S v o b o d y a H l o u š k a ve zmíněném atlasu ČSSR 1966.



S v o b o d a 1955



Z l a t n í k 1966



M i k y š k a 1976



lužní lesy  
doubravy  
dub a buk  
kyselá bučiny  
svěží bučiny  
smrčiny



lužní lesy  
bukodubový stupeň  
dubobukový stupeň  
bukový stupeň  
jedlobukový stupeň

GT - Zlín

VK - Valašské Klobouky

- Jižní hranice výskytu jedle  
dle Svobody 1955



lužní lesy  
doubravy  
dubohabrové háje  
bikové bučiny  
květnaté bučiny

# 1. Geobotanické mapování v severovýchodní části Moravských Karpat - Geobotanical mapping in the north-eastern part of the Moravian Carpathians

Při zbežném porovnání všech tří map je zřejmé, že tutéž skutečnost - původní dřevinnou skladbu lesů - různí autoři různě vyjadřují. Záleží na jejich koncepci. Přitom jižní hranice jedle, jak je v mapkách zakreslena, odpovídá v podstatě stavu před 200 až 300 lety, jak dokládá historický průzkum.

Z hlediska rozšíření jedle je patrné, že ani jeden autor toto nesledoval. Nejblíže je tomu mapka Z l a t n í k a , kde jedlo-bukový vegetační stupeň zdůrazňuje přirozený výskyt jedle. Ta však byla zčásti i ve stupni dubobukovém a bukovém. Na S v o b o d o v ě mapce hranice jedle dělí kyselá i svěží bučiny na část s jedlí a část bez jedle. Podobně v M i k y š k o v ě mapce především květnaté bučiny a dubohabrové háje jsou zčásti s jedlí, zčásti bez jedle.

Též v nejnovější práci, prvním dílu Květeny ČSR z roku 1988, je výskyt jedle uváděn značně nepřesně. Podle Květeny přichází jedle bělokorá přirozeně v oblasti mezofytika ve všech fytogeografických okresech. V případě lesních Bílých Karpat (okres č. 78) se však jedná jen o nejsevernější skupinu Končité. Jedle přirozeně chyběla i ve fytogeografickém okrese č. 77 Středomoravské Karpaty a na většině okresu č. 79 Gottwaldovské vrchy. O tom je podrobně pojednáno v dalším.

Celkem možno shrnout, že z dosavadních publikovaných geobotanických prací a map nelze spolehlivě odvodit areál jedle v Moravských Karpatech. Toto je

umožněno teprve typologickým průzkumem a mapováním lesů, jak je provedl Lesprojekt. Především práce II. fáze typologického mapování tvoří základ ke zpřesnění areálu všech našich dřevin.

## LESNÍ SPOLEČENSTVA S JEDLÍ V MORAVSKÝCH KARPATECH

V Moravských Karpatech se jedle bělokorá přirozeně vyskytuje a vyskytovala ve čtyřech skupinách lesních společenstev. Nejrozsáhlejší skupinou jsou jedlové bučiny, přechodné pásmo do teplejších poloh patří dubovým bučinám s jedlí, kamenité a sut'ové půdy zaujaly klenové bučiny s jedlí. Malou, ale výraznou skupinu tvoří skály a skalnaté útvary, kde spolu s borovicí a bukem se vyskytuje jedle. Tato skupina se zachovala v Hostýnských vrších nedaleko hradu Lukova a v Javornících v Pulčinských skalách. Na podobných skalkách ve Chříbech je zastoupena jen borovice.

Klenové bučiny s jedlí přicházejí především ve skupině Kelčského Javorníku. Poněvadž se jedná o plochy uprostřed jedlobučin, nelze pochybovat o původnosti jedle na sut'ovitých stanovištích, zvláště, když tato přichází i na skalnatých útvarech.

Jedlové bučiny zaujímají jak hlinito-písčité půdy, tak půdy písčito-hlinité až jílovito-hlinité rázu hnědozemě. Někdy se jedná též o oglejené půdy. Jejich dřevinná skladba odpovídá jedlobučinám, jak jsou tato společenstva všeobecně popisována. Podle půdního podkladu se liší svou produkcí. V této souvislosti je vhodné uvést analýzu středních kmenů jedle, jak byla uvedena v hospodářském plánu velkostatku Rajnochovice v Hostýnských vrších v roce 1929:

| Stanoviště                | Věk    |          |          |          |          |
|---------------------------|--------|----------|----------|----------|----------|
|                           | 20     | 40       | 60       | 80       | 100 let  |
| "prostředně nejlepší"     | 52/3,8 | 223/15,2 | 313/24,0 | 390/28,0 | 446/31,7 |
| "prostředně nejšpatnější" | 83/5,5 | 187/14,4 | 262/23,9 | 314/23,9 | 345/28,0 |

V tabulce první číslo zlomku udává výčetní průměr v mm, druhé číslo výšku v metrech. Podle analýzy měla jedle na špatném stanovišti lepší vzrůst. Podobná čísla uvádějí K o r p e l' a V i n š (1965). Vlivem změn hospodaření v lesích jedle ve svém původním areálu ustupuje buku. Někdy se může jednat o cyklickou záměnu dřevin, jak dosvědčují některé rezervace (V y s k o t, 1981). Největší zásahy do složení stromového patra však znamenají umělá výsadba smrku a v současné době vlivy imisí.

Poslední skupině společenstev s jedlí, dubovým bučinám s jedlí je věnována samostatná studie.

## DUBOVÉ BUČINY S JEDLÍ V MORAVSKÝCH KARPATECH

Typologickým průzkumem lesů bylo zachyceno na lesních závodech Brumov, Vizovice, Lukov a Rajnochovice společenstvo, kde ve stromovém patru se střetávala

jedle s dubem a bukem. Segmenty tohoto společenstva možno nalézt i v dnešní době a před dvaceti roky byly poměrně časté. Poněvadž společenstvo se zastoupením jedle se výrazně liší od dubových bučin "nejedlové" části Moravských Karpat, uvádím jeho podrobnější popis.

V půdní vegetaci dubových bučin s jedlí převládá *Carex pilosa*. K ní přistupuje *Galium scabrum*, *Asperula odorata*, *Athyrium filix femina*, *Epilobium montanum*, *Fragaria vesca*, *Hieracium silvaticum*, *Luzula nemorosa*, *Melica uniflora*, *Geranium robertianum*, *Lactuca muralis*, *Scrophularia nodosa*, *Veronica officinalis*, *Viola silvatica*, *Galium Schultesii*. Řídkěji se vyskytuje *Ajuga reptans*, *Astragalus glycyphyllus*, *Carex montana*, *Carex silvatica*, *Dentaria bulbifera*, *Euphorbia amygdaloides*, *Lathyrus vernus*, *Poa nemoralis*, *Carex digitata*, *Salvia glutinosa*. Na úpatí svahů v tomto společenstvu je výrazný *Petasites albus*, *Mercurialis perennis* spolu s *Carex pilosa*. Zde také přichází *Oxalis acetosella*, *Cardamine impatiens*, *Circaea lutetiana*, *Impatiens nollii tangere*, *Sanicula europea* a *Nephrodium filix mas*.

Po pedologické stránce přicházejí dubové bučiny s jedlí na písčito-hlinité až hlinité mezotrofní hnědozemí. Ta je na úpatí svahů i mírných svazích ve spodině oglejená. Toto společenstvo zaujímá jak svahy, tak hřebety i úpatí svahů. Podél potůčků proniká často daleko do oblasti jedlobučin. Mimo dub přichází někdy i habr. Výjimečně se tato skupina vyskytuje na hlinito-písčitých půdách rázu oligotrofní hnědozemě. Je tomu tak v Hostýnských vrších na Lukovsku.

Dubové bučiny s jedlí Moravských Karpat se půdními podmínkami liší od jedlobukové bučiny (označení 3 O) typologické klasifikace Lesprojektu, kde se jedná o stanovištní kategorii "oglejenou, středně bohatou". Taktéž mezotrofní hnědozemí se liší od Zlatníkovy meziskupiny č. 3/4 *Fagetum quercino-abietinum*. Této skupině se blíží menší segmenty v oblasti Hostýnských vrchů.

Dubové bučiny s jedlí lemují v karpatské části Moravy jedlové bučiny počínaje severní skupinou Bílých Karpat přes Vizovické vrchy až po Hostýnské vrchy. Jejich původnost prokázal historický průzkum na několika lesních závodech.

#### HISTORICKÝ DOKLAD PŮVODNOSTI DUBOVÝCH BUČIN S JEDLÍ

Podle historického průzkumu LHC Brumov (M a t e r n a , 1956) bylo v části Hložec nedaleko Brumovského hradu josefinským katastrem zjištěno toto zastoupení dřevin v roce 1787:

| Dřevina | Výnosová třída |     |     | Celkem    | %   |
|---------|----------------|-----|-----|-----------|-----|
|         | I              | II  | III |           |     |
| buk     | 130            | 129 | 129 | 388 jiter | 48  |
| jedle   | 87             | 86  | 86  | 259 jiter | 32  |
| dub     | 43             | 43  | 43  | 129 jiter | 16  |
| osika   | 11             | 11  | 11  | 33 jiter  | 4   |
| Úhrn    | 271            | 269 | 269 | 809 jiter | 100 |

Pokud se týče formy smíšení, byl les popsán takto: "V této lesní části jsou lesní dřeviny částečně rozlišeny, většinou ale smíšeny".

Typologickým mapováním byla v uvedené trati zachycena dubová bučina na 3% plochy, jedlová bučina na 42% a dubová bučina s jedlí na 55% půdy. Tato čísla umožňují poměrně spolehlivě odhadnout zastoupení jedle v dubové bučině s jedlí, a to za předpokladu, že v jedlových bučinách byl podíl jedle 40%. Postup je zřejmý z tabulky:

| Lesní společenstvo | Zastoupení dřevin |        | Celkem |
|--------------------|-------------------|--------|--------|
|                    | dub               | buk    | jedle  |
| dubová bučina      | 1 (3)             | 2 (7)  | 3 (10) |
| jedlová bučina     | .                 | 25 (6) | 17 (4) |
| db bučina s jedlí  | 16 (3)            | 23 (4) | 16 (3) |
| Úhrn               | 17                | 50     | 33     |
|                    |                   |        | 100    |

V tabulce jsou ve sloupci **c e l k e m** výsledky typologického mapování, v řádce **ú h r n** podíl dřevin podle historického průzkumu se zanedbáním osiky. Přepočtem dospíváme k závěru, že v 18. století byl na Brumovsku podíl jedle v dubových bučinách s jedlí kolem 30% (16:55). Tento výsledek se prakticky shoduje se zastoupením jedle v této skupině na základě fytocenologických snímků.

#### HRANICE JEDLE BĚLOKORÉ V MORAVSKÝCH KARPATECH

Rozdíl v zastoupení jedle v jedlových bučinách a dubových bučinách s jedlí ve studované oblasti Karpat není veliký. V předešlé stati bylo dokázáno, že se jedná o rozdíl jedna až dvě desetiny. Není tedy nutno při popisu hranic areálu jedle v Moravských Karpatech rozlišovat obě skupiny. Přitom obě skupiny zaujímají poměrně souvislé plochy, které na sebe navazují. Též rozdíl v produkci není významný.

Do souvislého areálu jedle však nelze zahrnout ojedinělý výskyt ve skupinkách jako je tomu v údolí Vlárý, Drietomice, Svinárského potoka v Bílých Karpatech nebo u potoka od Březůvek v Luhačovické pahorkatině či u Zoubkovy studánky v Chříbech. Problematika těchto výskytů je projednána zvlášť.

Hranice souvislého rozšíření jedle bělokoré v Moravských Karpatech začíná u průsmyku Zepechovského mezi průsmykem Vlárským a Lysským, probíhá jihozápadním směrem severně od obcí Nedašova Lhota, Nedašov, Návojná a Brumova, kde se obrací na severozápad údolím potoka Hložce, pokračuje na Křekov, a přechází do Vizovické vrchoviny. Tam jde od Vlachovy Lhoty k severu údolím potoka Benčice na Suchý vrch, kde se hranice jedle obrací k východu po hlavním Klášťovském hřebetu až po Skalníčku a odtud podél Bratřejovského potoka do Bratřejova, kde přechází do Hostýnských vrchů (P r u d i č, 1973).

V Hostýnských vrších hranice souvislého rozšíření jedle začíná u Bratřejova, míjí východně obec Ublo, obchází Jasennou až na Syrakov, obchází Všemínu a pokračuje jižně od Podkopné Lhoty směrem na Kašavu a Lukov. Od Lukova sleduje popisovaná hranice více méně úpatí Hostýnských vrchů severně od Vítové, Lukovečku a Přilep. Tam mění hranice svůj směr v severovýchodní a po rozhraní s Kelčskou pahorkatinou pokračuje východně od obcí Žopy, Dobrotice, Brusné a Slavkov na úpatí Hostýna, přes Chvalčov přechází na úpatí Kelčského Javorníku východně od obcí Loukov, Osíčko, dále jde přes Podhradní Lhotu a východně od Loučky až k obcím Police a Branky u Valašského Meziříčí. Mezi uvedenými obcemi překračuje do Kelčské pahorkatiny, kde zaujímá severní svahy Juhyně a severovýchodní svahy Bečvy až po



obec Ústí u Teplic. Tam navazuje na skupinu Maleníku, po geologické stránce součást to již Českého masívu. Mezi obcí Ústí a Teplicemi roste dosud jedle v nadmořské výšce 255 m.

Mimo popsanou hranici má jedle bělokorá v Moravských Karpatech dvě exklávy potvrzené historickým průzkumem: jedna nedaleko Haluzic v Luhačovické pahorkatině, druhá u obce Dešná v Mladcovské pahorkatině.

Vymezená a popsaná hranice rozšíření jedle byla v prostoru průsmyk Zapechovský až Branky odvozena na základě typologického průzkumu, v Kelčské pahorkatině bylo přihlédnuto ke Zlatníkově mapě v Atlase ČSSR 1966.

Vzdušná vzdálenost mezi obcí Ústí u Teplic a průsmykem Zapechovským je asi 48 km, délka popsané hranice rozšíření jedle je dvojnásobná, 100 km.

Pokud se týče nadmořské výšky, hranice jedle v Kelčské pahorkatině je v rozmezí 255 až 420 m n. m., na severovýchodním úpatí Hostýnských vrchů probíhá ve výškách 300 až 420 m, v jihozápadní části je rozmezí 330 až 520 m. Ve Vizovické vrchovině hranice jedle je ve výškách 330 až 650 m n. m. a v Bílých Karpatech 350 až 620 m n. m. Obě exklávy jsou ve výšce kolem 400 m. Velké rozpětí hranice jedle od 255 do 650 m n.m. je způsobeno tím, že hranice jedle ve Vizovické vrchovině a v Bílých Karpatech přetíná horské hřbety a nesleduje jejich úpatí jako je tomu v Hostýnských vrších.

Popsaná hranice jedle je znázorněna na připojené mapce (obr. 2).



2. Hranice jedle bělokoré v Moravských Karpatech - The border of silver fir occurrence in the Moravian Carpathians

Vymezená hranice souvislého rozšíření jedle bělokoré v Moravských Karpatech v délce 100 km vychází z těchto skutečností:

1. Stavů porostů v padesátých a šedesátých letech našeho století a jejich fytoocenologického rozboru a typologického mapování.
2. Výsledků historického průzkumu lesních hospodářských celků v oblasti Moravských Karpat.
3. Odpovídá i většině geobotanických a jiných prací, které se zabývaly analyzovanou oblastí.

Stanovená hranice rozšíření jedle v Moravských Karpatech byla během léta 1989 přezkoušena venkovními pochůzkami a zjištěno, že přes hynutí jedle v posledním desetiletí lze správnost vymezení jejího areálu v této oblasti doložit dosud jejími výskyty.

Oproti údajům Z l a t n í k a (1957) probíhá hranice souvislého rozšíření jedle v naší oblasti jižněji. Prokazatelně je to v nejsevernější skupině Bílých Karpat a na jižních a jihozápadních svazích Hostýnských vrchů. Posun hranice jedle je doložen historickými zprávami, stavem porostů a shoduje se s údaji F e k e t e a B l a t t n ý (1913). Proti pojetí zmíněného autora hranice jedle v Kelčské pahorkatině je posunuta k východu mezi obce Police a Branky.

Proti povšechnému údaji P o d p ě r y (1924), že "jedle převládala v horských částech jižních Karpat a Chřibů" nutno uvést, že právě v Chřibech byla typologickým průzkumem prokázána existence zvratu pásem, kdy nejvyšší polohy zaujímá buková doubrava (P r u d í č, 1967). Možno tedy považovat citované tvrzení za nedoloženou hypotézu. Také S v o b o d a (1953) a V i n š (1965) nepokládají jedli v Chřibech za původní.

S a m e k (1967) při svém zpřesnění areálu jedle v českých zemích spojil přerušovanou čarou (jako nedoloženou) výskyt jedle v Malých Karpatech s jejím areálem v Hostýnských vrších. Vznikl tak dlouhý jazyk přes Bílé Karpaty, Myjavskou pahorkatinu, Čachtické kopce a vlastní Malé Karpaty. Přitom zákres na Samkově mapce, který převzali K o r p e l' a V i n š (1965), lokalizuje nesprávně malokarpatskou exklávu jedle. Ta je u Modré asi 30 km severovýchodně od soutoku Moravy s Dunajem. V uvedené mapce je jazykovitý výběžek bez jedle na Moravě značně posunut k východu a pomíjí střední tok Moravy. Zde se zřejmě jedná o nesprávný zákres. Problematika návaznosti areálu malokarpatské jedle s areálem v karpatské části Moravy je podrobně projednána v následující analýze.

## PŘÍČINY HRANICE JEDLE V MORAVSKÝCH KARPATECH

Dnešní hranici souvislého rozšíření jedle v naší oblasti možno pokládat buď za linii, kam jedle ustoupila po předchozím větším rozšíření, anebo za linii, kam dospěla při svém šíření.

Prvému pojetí odpovídá tvrzení O p r a v i l a (1976), že "v karpatské oblasti našeho území se jedle podle dosavadních nálezů šířila nejrychleji ve směru Bílé Karpaty - Západní Beskydy". Totéž opakuje S k a l i c k á v Květeně ČSR 1988. Tomuto odpovídá též zákres areálu v Samkově mapě. Přitom však S a m e k (1967)

uvádí karpatskou cestu jedle, která pronikla do Beskyd a s jedlí hercynsko-sudetskou se střetla v oblasti Nízkého Jeseníku.

Reálnost karpatské cesty jedle dokládají údaje O p r a v i l a (1976) o podílu pylu v Jeseníkách, Beskydech, Babí hoře (Slovenské Beskydy) a Malých Karpatech:

| Oblast       | Atlantik |         | Subboreál | Subatlantik |         |
|--------------|----------|---------|-----------|-------------|---------|
|              | starší   | mladší  |           | starší      | mladší  |
| Jeseníky     | 5        | 8 - 30  | 2 - 17    | 7 - 30      | 1 - 10  |
| Beskydy      | 1 - 5    | 10 - 40 | 20 - 45   | 25 - 60     | 10 - 40 |
| Babí hora    | 15       | 20 - 60 | 30 - 60   | 60          | .       |
| Malé Karpaty | 1        | 1       | 14        | 5           | .       |

Vzdušná vzdálenost Beskydy - Malé Karpaty je 165 km, Beskydy - Babí Hora 80 km. Poloviční vzdálenost karpatské cesty a množství pylu prokazují velkou pravděpodobnost, že se jedle šířila do Beskyd i přilehlých prostorů Moravských Karpat karpatskou cestou, tedy od severovýchodu. Podle toho dnešní hranice rozšíření jedle naznačí linii jejího ústupu.

Proti linii ústupu mluví ještě další okolnosti: Podle nálezů zbytků jedle u Tichova ze subboreálu vyskytuje se zde jedle již 3000 let a je vzdálena její lokalita od popsané hranice asi 4 km. Též podle historických záznamů je dnešní hranice jedle stabilizována již 200 až 300 let. Dokonce některé záznamy svědčí o jejím postupu. V roce 1787 byl zaznamenán u Valašských Klobouk jedlový les v lese Dubovec a Duboveček. Tomu odpovídají i lokality "Dubčina" východně od Držkové v oblasti jedlobučin nebo "Doubrava" u Brusného na místě dubových bučin s jedlí.

Zajímavé je porovnání s borovicí, která v podmínkách střední Evropy má reliktní charakter. Jako taková udržela se v listnatých oblastech na exponovaných skalkách ve Chříbech nebo pod Lukovským hradem, kde je s jedlí. Podobný výskyt má jedle v Malých Karpatech (S i l l i n g e r , 1938), kde byl její růst sledován na jihovýchodních svazích od společenstev doubrav až po skalky na hřbetech. Naproti tomu ojedinělý výskyt jedle v Moravských Karpatech se váže na báze svahů, kde jsou více zastoupeny cenné listnáče. Po ekologické stránce jsou obě stanoviště velmi rozdílná. Možno tedy pokládat jedli na skalkách v oblasti buku za reliktní, kdežto na úrodných stanovištích za progresivní prvek.

Pokládáme-li dnešní hranici jedle za linii, kam tato dřevina dospěla při svém šíření, nutno zodpovědět otázku, proč ve svém postupu nepokračovala. Vysvětlení je dvojí: buď jí neodpovídají klimatické a půdní podmínky anebo příčina je jiná.

V půdních poměrech není podstatných rozdílů, ať uvažujeme Klášťovský hřbet s oligotrofní hlinito-písčitou hnědozemí nebo Bílé Karpaty s mezotrofní písčito-hlinitou až hlinitou hnědozemí v oblasti s jedlí i bez jedle. Též klimatické podmínky se nemohou podstatně lišit. Nutno tedy shrnout, že stanovištní podmínky nejsou rozhodujícím faktorem při šíření jedle v Moravských Karpatech.

Pravděpodobné se zdá být toto vysvětlení: Jedle se do Beskyd a Moravských Karpat šířila karpatskou cestou do společenstev smíšeného lesa dubu a cenných listnáčů. Souběžně s tím pronikal buk od jihozápadu, který vytvářel společenstva s převahou této dřeviny. Do společenstev buku proniká jedle mnohem obtížněji a tak vznikla buková oblast bez jedle.

Podobně chybí jedle v západoněmecké bukové oblasti, což se vysvětluje se šířením jedle v době poledové (Chmelář, 1980). Rozsáhlá je oblast buku bez jedle na východním Slovensku. Gradi (1983) cit. Maýera (1973), podle něhož buk vytvořil bariéru pro šíření jedle z Balkánu do Alp.

Možno tedy pokládat za velmi pravděpodobné, že dnešní hranice jedle v Moravských Karpatech je způsobena cenologickými poměry. Tento názor jsem poprvé uvedl ve svém příspěvku (Prudič, 1963), který posuzoval Zlatník. Těm ve svém lektorském posudku upozornil na jedli v Malých Karpatech a práci doporučil k publikaci. Tato studie je doplněna dalšími poznatky, které byly v tomto směru od té doby publikovány.

## DISKUSE A ZÁVĚR

Údaji z literatury i fytocenologickým rozbořem je doloženo, že v ČR existují geografické oblasti, kde buk v přirozených poměrech byl bez jedle. K této skutečnosti je třeba přihlídnout při odvození původní dřevinné skladby vylišených a mapovaných typologických jednotek. Na tomto základě je poměrně snadné zpřesnit hranice souvislého areálu jedle v českých zemích.

Na Moravě zahrnuje oblast bez jedle Dyjskosvratecký a Dolnomoravský úval, Jihomoravské a Středomoravské Karpaty, Hornomoravský úval, převážnou část Kelčské pahorkatiny a většinu Vizovické vrchoviny a Bílých Karpat.

Hranice souvislého rozšíření jedle bělokoré v Moravských Karpatech začíná průsmekem Zapechovským a u Branek přechází do Kelčské pahorkatiny, kde jižně od obce Ústí navazuje na Maleník.

Tvoří tedy nejedlové území na Moravě rozsáhlé území, vymezené přibližně městy Znojmo, Brno, Vyškov, Litovel, Lipník nad Bečvou, Bytčice pod Hostýnem, Holešov, Vizovice, Brumov. Západní a severozápadní část třeba zpřesnit. Dobré podklady k tomu skýtají dokončené práce typologického průzkumu a mapování provedené Lesprojektem. Nutno však přihlídnout k geografickým variantám.

Možno tak zpřesnit nejen areál jedle bělokoré, ale i všech našich dřevin.

## Literatura

- FEKETE, L. - BLATTNY, T.: Die Verbreitung der forstlich wichtigen Bäume und Sträucher im Ungarischen Staate. Bánská Štiavnica 1913, 1914.
- GRADI, A.: Declino e riespansione dell'abeto bianco. *Economia Montana*, č. 4, 1983.
- HEJNÝ, S. - SLAVÍK, B.: Květena České socialistické republiky, Praha 1988.
- CHMELÁŘ, J.: Dendrologie, část I. Brno 1980.
- KORPEL, Št. - VINŠ, B.: Pestovanie jedle. Bratislava 1965.
- MATERNA, J.: Historický průzkum LHC Brumov. Lesprojekt Brno 1956.
- MEZERA, A.: Lesy a lesní rostlinná společenstva Dolnomoravského úvalu a jihozápadních výběžků Bílých Karpat. Lesn. Práce, 1944.
- MIKYŠKA et al.: Geobotanická mapa České socialistické republiky. Praha 1976.
- MUSIL, A.: Skupiny lesních typů. Praha 1963.
- NOŽIČKA, J.: Přehled vývoje našich lesů. Praha 1957.
- OPRAVIL, E.: Die Sudmährischen Wälder im jüngeren Holozän. Přírodovědné práce ústavů ČSAV v Brně. 1967.
- OPRAVIL, E.: Jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.) v československém kvartéru. Čas. Slez. Muz., 1976.
- PLÍVA, K.: Typologická klasifikace lesů ČSR. V díle Randoška D., Vorel J. a Plíva K.: Fytocenologie a lesnická typologie. Bratislava 1986.
- PODPĚRA, J.: Květena Moravy ve vztazích systematických a geobotanických. Brno 1924.

- PRUDIČ, Z.: Stanovištní průzkum Brumov na Vlávě. Lesprojekt Kroměříž, 1957.  
 PRUDIČ, Z.: Lesy Hostýnských vrchů a rozšíření jedle v Moravských Karpatech. Lesn. Čas., 1963.  
 PRUDIČ, Z.: Lesní společenstva Chřibů a základní princip jejich výskytu. Lesnictví, 1967.  
 PRUDIČ, Z.: Lesy a lesní společenstva Vizovické vrchoviny. Lesnictví, 1973.  
 RANDUŠKA, D.: Typologická klasifikácia lesov v SSR. cit. Randuška D., Vorel J. a Plíva K.: Fytocenológia a lesnická typológia, Bratislava 1986.  
 SAMEK, V.: O šíření jedle bílé (*Abies alba* Mill.) v době poledové na území střední Evropy. Lesn. Čas., 1967.  
 SILLINGER, P.: Bílé Karpaty. Praha 1929.  
 SILLINGER, P.: O původnosti jedle v Malých Karpatech. Věda přírodní 1938.  
 SVOBODA, P.: Lesní dřeviny a jejich porosty. I. díl. Praha 1953.  
 VYSKOT, M. a kol.: Československé pralesy. Praha 1981.  
 ZLATNÍK, A.: Využití generálních typologických map k tvoření územních celků a jejich význam pro lesnickou praxi. In: Sborník VŠZL Brno, 1957.  
 ZLATNÍK, A.: Skupiny lesných typov Slovenska. Bratislava 1959.  
 KOLEKTIV: Lesnický a myslivecký atlas. Praha 1955.  
 KOLEKTIV: Atlas ČSSR. Praha 1966.

Došlo dne 16.11.1989

PRUDIČ, Z. (Strážnice): *The area of silver fir (Abies alba Mill.) in the Moravian Carpathians*. Lesnictví, 36, 1990 (10): 855-866.

The border of the continuous occurrence of silver fir, leading from the Zapechovský Pass to the Ústí locality near Teplice, is described in the present paper and the reasons for this border are given. The areas of the natural occurrence of silver fir are as follows: Javorníky Mts., Vsetínské Hills, major part of the Hostýnské Hills, north-eastern border of the Kelčské Hills, east part of the Vizovické Hills and northernmost part of the White Carpathians. The silver fir border, plotted on an enclosed map, is a line reached by this tree species during its spread by the "Carpathian route". Its further spreading was likely to be prevented by the coenotic conditions where beech associations prevailed. Silver fir in its area of occurrence in the Moravian Carpathians is situated, with the exception of riverine sites, at all localities with developed soils of brown earth type, ranker type to rocks. The associations of oak-beech stands with fir were formed at the border of its occurrence. It has been historically documented that the present border of the continuous occurrence of silver fir in the Moravian Carpathians has been relatively constant for more than 300 years. It is situated at the height of 255 to 650 m above sea level.

chorology; phytocenology; silver fir; Moravian Carpathians

PRUDIČ, Z. (Strážnice): *Areal der Weißtanne (Abies alba Mill.) in den Mährischen Karpathen*. Lesnictví, 36, 1990 (10): 855-866.

In der Arbeit wird die Grenze der zusammenhängenden Verbreitung der Tanne in den Mährischen Karpathen vom Zapechovský-Pass bis zur Gemeinde Ústí u Teplic beschrieben und begründet. Die Tanne nimmt mit ihren natürlichen Vorkommen die Berge Javorníky, Vsetínské vrchy, den überwiegenden Teil der Hostýnské vrchy, den nordöstlichen Rand des Hügellandes von Kelč, den östlichen Teil des Berglandes von Vizovice und den nördlichsten Teil der Weißen Karpathen ein. Die in der beiliegenden Karte eingezeichnete Tannengrenze stellt eine Linie dar, die diese Holzart bei ihrer Verbreitung auf dem "Karpathenweg" erreicht hat. Ihr weiteres Vordringen wurde wahrscheinlich durch zónotische Verhältnisse - durch das Übergewicht der Buchenwaldgesellschaften unterbunden. Die Weißtanne nimmt in ihren Gebiet der Mährischen Karpathen außer der Auenlagen alle Standorte von entwickelten Böden der Braunerdetyps bis zu den Rankern und zu den Felsen ein. Am Rande ihrer Verbreitung hat sie die Waldgesellschaften der Eichen-Buchenwälder mit Weißtanne ausgebildet. Nach historischen Belegen ist die heutige Grenze der zusammenhängenden Verbreitung der Tanne in den Mährischen Karpathen bereits seit 300 Jahren relativ stabil. Sie verläuft in einer Seehöhe von 255 bis 650 m.

Chorologie; Phytozonologie; Tanne; Mährische Karpathen

---

Adresa autora:

Ing. Zdeněk P r u d i č, CSc., Ořechovka 1398, 696 62 Strážnice

---



L. Šišák

ŠIŠÁK, L. (Ústav aplikované ekologie a ekotechniky, Kostelec nad Černými lesy): *Pyramidová analýza v rozborové a plánovací činnosti*. Lesnictví, 36, 1990 (10): 867-882.

Příspěvek je věnován problematice použití metod pyramidové analýzy v lesním hospodářství. Cílem je upozornit na tuto metodu, informovat o její podstatě a použitelnosti v rozborové a plánovací činnosti organizací lesního hospodářství. Vzhledem k možnostem využití pyramidové analýzy by měla být uvedené metodě věnována v teorii a praxi řízení lesního hospodářství větší pozornost, než je tomu dosud. Příspěvek vychází z některých poznatků výzkumné zprávy (Literatura), v níž je rozpracováno i matematické řešení vazeb ukazatelů a konkrétně uvedeny příslušné matematické výrazy. Výhodou pyramidových soustav ukazatelů je, že mají přesně stanovený, logicko matematický, hierarchický tvar. Podle účelů, podmínek a možností je nutno tvořit odpovídající varianty analýzy příčin změn syntetického, kritériálního, vrcholového ukazatele efektivnosti dané činnosti v organizačně výrobní jednotce. I když jde o určité zjednodušení skutečnosti (vlastní všem modelům), lze říci, že výsledky analýzy mohou odrážet objektivně v dostatečné míře skutečné příčiny a tendence, ovlivňující vrcholový ukazatel efektivnosti a upozorňovat tak na slabá či silná místa v hospodářské činnosti. Systém je dobře programovatelný a nenáročný na administrativní práci. S využitím výpočetní techniky mohou být výsledky k dispozici prakticky okamžitě. V příspěvku je uveden konkrétní příklad, sloužící jako názorná ukázka možné interpretace a formy části výsledků.

lesní hospodářství; ekonomika a řízení; rozbor; plánování; pyramidová analýza

S intenzivnějším využíváním výpočetní techniky se rozšiřují možnosti využití různých matematických metod v řízení. Lépe lze použít i indexových metod ekonomické statistiky, které jsou základem také např. pro tvorbu analytických pyramidových soustav ukazatelů. Uvedené soustavy ukazatelů jsou schopny odrážet poměrně podrobně jednotlivé příčiny změny zvoleného syntetického, kritériálního, tzv. vrcholového ukazatele efektivnosti dané činnosti v organizačně výrobní jednotce. Na rozdíl od soustav tzv. paralelně řazených ukazatelů je pyramidová analýza, jako hierarchicky uspořádaná soustava, méně vhodná pro srovnávání a posuzování dynamiky vývoje různých oblastí podnikové ekonomiky, technického rozvoje, úrovně využití zdrojů, atd. mezi organizačně výrobními jednotkami.

Soustavy paralelně řazených podílových ukazatelů jsou u nás v rámci lesního hospodářství (teorie, ale i praxe) šířeji známy a častěji uváděny. Je třeba připomenout zejména soustavu analýzy rozvoje a hospodaření podniku, doplněnou případně některými ukazateli z tzv. celkové soustavy podílových ukazatelů podnikového hospodaření (Brabec a Vysušil, 1975) a dalšími vztahy. Lze uvést např. práce Bartuňka (1972, 1973, 1980), Koříňka (1979, 1981), Tomana (1981), Rupřicha a Pokorného (1984), Věrného (1987), Holíka (1978), Emmera (1983). V pracích je sledován a analyzován vývoj v různých oblastech podnikové ekonomiky a prováděno mezipodnikové srovnávání. Základem v daných soustavách ukazatelů je tzv. redukovaný objem výroby, vyjádřený jako

rozdíl mezi hodnotou hrubé výroby a náklady na suroviny a materiál. Podle účelů lze však výhodně použít i jiné ukazatele, např. hodnotu přidanou zpracováním.

Pyramidové analýzy byly také vyvíjeny pro mezipodniková srovnávání, avšak pro porovnání příčin rozdílů ekonomických výsledků, příčin rozdílů v efektivnosti, rentabilitě, tj. rozdílů ve vrcholových kritériích efektivnosti mezi podniky. Jejich hlavní význam nespočíval v mezipodnikovém srovnávání dynamiky vývoje různých oblastí podnikové ekonomiky. Při mezipodnikovém porovnávání příčin rozdílů vrcholových kritérií pyramidovou analýzou je však třeba splnit požadavek totožnosti či alespoň velmi blízké struktury výroby a všech výrobních podmínek. To je nanejvýše obtížné realizovatelné i v rámci odvětví průmyslu a pro organizačně výrobní jednotky lesního hospodářství již reálně v dostatečné míře v současné době nesplnitelné. Proto lze vidět hlavní oblast využití pyramidové analýzy v lesním hospodářství ve zjišťování příčin změn vrcholového, syntetického kritéria (např. zisku, rentability fondů, ale i jiných ukazatelů) činnosti organizací různé úrovně (včetně odvětví).

## TVORBA A VYUŽITÍ PYRAMIDOVÉ SOUSTAVY UKAZATELŮ

Pyramidové soustavy ukazatelů lze v základě členit na jednovrcholové a vícevrcholové - tzv. kombinované. Obě skupiny soustav se mohou dále dělit podle toho, zda mezi ukazateli existují vztahy převážně logické a jen do určité míry matematické, anebo jestli jsou propojeny jednoznačnými matematickými vztahy.

Z pyramidových soustav podílových ukazatelů je všeobecně znám pyramidový rozklad vypracovaný ve Výzkumném ústavu strojírenské technologie a ekonomiky (VÚSTE) - V o n š o v s k ý (1969). V soustavě převládají vztahy logické nad matematickými, které odpovídají spíše použitelnosti v oblasti mezipodnikového srovnávání příčin rozdílů ve vrcholových kritériích. Tuto metodu aplikoval u nás v lesním hospodářství jako první Ž i d' a r s k ý (1974, 1975) ve dvou variantách, a to pro vrcholový ukazatel důchodové rentability tzv. vložených prostředků (HD/VP, kde HD - hrubý důchod, VP - vložené prostředky, zahrnující základní prostředky v zůstatkové hodnotě a oběžné prostředky) a pro vrcholový ukazatel rentability vložených prostředků (Z/VP, kde Z - bilanční zisk).

Na možnost vyjádření matematicky striktní, kauzální souvislosti mezi různými podílovými ukazateli v organizacích lesního hospodářství upozornil J a n á s e k (1973). I když uváděnou metodu nazývá řetězovým rozkladem indexů, lze říci, že se v podstatě jedná o metodu určitých dílčích pyramidových rozkladů, analyzujících jednotlivé vybrané podílové ukazatele z různých hledisek. Metoda byla také aplikována v lesnické praxi - na úrovni lesního závodu. Základem v ukazatelích je hrubý objem výkonů v plánovacích cenách na bázi úplných vlastních nákladů.

Poměrně nedávno byl vytvořen systém pyramidové analýzy rentability výrobních fondů a zisku podniku, upravený a aplikovaný Státní bankou Československou. (Standardní rozborové postupy č. 9, 1983, č. 21, 1984). Pyramidový rozklad má přísně logicko-matematický, hierarchicky provázaný tvar, využívá dokonale striktních kauzálních matematických vztahů indexového rozkladu. Ve vrcholové části pyramidy je analyzován ukazatel rentability výrobních fondů, avšak základním, kritériálním analyzovaným ukazatelem je zisk podniku, resp. jeho změna mezi obdobími. Hospodářský výsledek (zisk) je rozkládán na ukazatele objemu výrobních fondů a rentability výrobních fondů (který je uvažován jako vrcholový ukazatel ve velké části vytvořených pyramidových soustav). Pro účely rozborů je zajímavé také vyjádření podílu absolutní výše změny vrcholového ukazatele, způsobené změnou příslušných dílčích ukazatelů. Analýza je svou strukturou vhodná pro organizace průmyslového či zemědělského charakteru.

Za jednu z největších předností důsledně sestavené pyramidové soustavy ukazatelů je možno považovat poměrně jednoduché logicko-matematicky exaktní vyjádření vlivu změn jednotlivých dílčích ukazatelů na velikost změny zvoleného vrcholového ukazatele analýzy. Výhodou pyramidových soustav ukazatelů v rozborové činnosti je to, že příslušná část rozborů tak může získat jednotný hierarchický a logicko-matematický řád, přičemž s pomocí výpočetní techniky je pořízení vstupů a vyjádření výstupů rychlé a jednoduché. Lze říci, že teoretické rozpracování a aplikace metody pyramidové analýzy v řídicí činnosti se v lesním hospodářství rozvíjí ve srovnání s paralelními soustavami podílových ukazatelů nedostatečně a to neodpovídá jejím skutečným možnostem.

Variant pyramidových analytických soustav je značné množství, ať už co se týká volby vrcholových ukazatelů či zejména alternativ jejich rozkladu do dílčích ukaza-

telů. Např. Hoffmann (1983) zařazuje do podílových ukazatelů kromě ukazatele výkonů - výnosů (v podstatě tržeb) i ukazatele upravených vlastních výkonů. Jako jednu z alternativ pro volbu vrcholového ukazatele uvádí i tzv. rentabilitu výrobních činitelů. Navrhuje pak následující rozklad tohoto vrcholového ukazatele:

$$RVČ = \frac{Z}{FP + P \cdot k} = \frac{Z}{FP} : \left(1 + \frac{P \cdot k}{FP}\right)$$

kde: ve výrazech :  $Z$  - zisk,  $FP$  - výrobní fondy,  $P$  - počet pracovníků,  $k$  - koeficient převádějící počet pracovníků na hodnotu (substituční náklady) pracovní síly

Ze vztahu vyplývá, že v důsledku technického rozvoje může rentabilita výrobních činitelů růst i při poklesu úrovně rentability výrobních fondů, pokud je tento pokles převážen růstem tzv. organické skladby fondů.

Jako každá modelová charakteristika úrovně hospodářské činnosti prostřednictvím systému ukazatelů, je i pyramidová soustava zatížena zkresleními, vyplývajícími ze zjednodušení reálně existujících vztahů - z redukce skutečnosti na omezenou skupinu ukazatelů, z úrovně účetnictví, subjektivismu při tvorbě systému a navíc i tím, že objektivně nejsou plněny některé "ideální" požadavky indexového rozkladu (např. ukazatele by neměly působit paralelně, neměly by se překrývat, jejich změny by měly být vzájemně nezávislé, vztahy mezi ukazateli by neměly být stochastické, ale deterministické). Přesto může mít pyramidová analýza při důsledném rozpracování a aplikaci značné možnosti v odhalování "slabých" či "silných" míst v hospodářské činnosti organizací různé úrovně prostřednictvím vyjadřovaného vlivu změn dílčích ukazatelů na změnu vrcholového ukazatele. Analytická soustava je jednoduchá a přehledná, jednoduše programovatelná, vychází z běžně vedených statistických údajů.

Základem tvorby pyramidové soustavy ukazatelů je volba vrcholového, kritériálního ukazatele efektivity příslušné hospodářské činnosti dané organizačně výrobní jednotky. Pyramidové rozklady byly řešeny především pro odvětví průmyslu a zemědělství, kde v rámci hospodářské činnosti na úrovni organizací jako celku plně vyhovují ukazatele hospodářského výsledku ve formě zisku a rentabilita výrobních fondů. Obdobně lze říci, že tyto ukazatele vyhovují v lesním hospodářství pro organizace a činnost průmyslové či zemědělské povahy. Při použití u běžných organizací lesního hospodářství s těžební a pěstební činností na úrovni podniku lze uvedený vrcholový ukazatele v podstatě využít pro analýzu (hospodářského výsledku) z pohledu vnějších - finančních vztahů mezi organizacemi a finančními institucemi či nadřízenými orgány. Pokud jde o analýzu z hlediska vnitřních vztahů - kvality hospodářské činnosti uvnitř organizací, pak ukazatele příjmů, nákladů, zisku a jejich vazby v dosavadním účetním pojetí do určité míry nevyhovují. Při tvorbě pyramidových soustav pro tento účel je třeba hledat a použít v souladu s potřebou takové vrcholové, syntetické, kritériální ukazatele efektivity dané činnosti v organizaci, které budou obsahovat bezprostřední vazbu mezi úrovní spotřeby práce (nákladů) v potřebném členění a výsledky této práce a kde budou vyloučeny, příp. alespoň výrazněji omezeny vlivy výrobních, zvláště přírodních a porostních podmínek.

Pyramidová analýza je použitelná v několika směrech. Lze ji využít pro analýzu - rozbor příčin vývoje (změn) syntetického kritériálního ukazatele (či ukazatelů) dané organizace oproti skutečnosti minulého období či oproti plánu. Je však třeba mít na zřeteli, že samotné číselné vyjádření vlivu změn dílčích ukazatelů na velikost změny vrcholového ukazatele není vlastní příčinou změny vrcholového ukazatele, ale odráží skutečné materiální příčiny změny, které za dílčími ukazateli reálně stojí v hospodářské činnosti. Rozbor změny ukazatele nemusí být prováděn až ex post - tj. po skončení daného období (nejen roku), ale operativně lze posuzovat vývoj této změny přímo během tohoto období po určitých intervalech, což závisí na toku vstupních informací. Dále je možno pyramidovou analýzu použít i v plánovací činnosti. Můžeme stanovit, k jakým změnám řady dílčích ukazatelů (a tedy za nimi stojícím hmotným příčinám) musí dojít v plánovacím období oproti výchozímu období, aby mohl být plněn plán vývoje (změny) vrcholového ukazatele (ukazatelů, je-li jich více). Můžeme posoudit, zdali je plánovaná hodnota, tj. změna kritériálního ukazatele, reálná vzhledem k potřebným změnám dílčích, detailnějších, ukazatelů (za nimi stojících konkrétních hmotných příčin). Pyramidovou soustavu ukazatelů je možno použít i pro různé kalkulace, souvisící s plánovací činností i operativním řízením. Lze vyjádřit podle konkrétních materiálních změn v hospodářské činnosti změny příslušných dílčích ukazatelů a z toho plynoucí změnu kritériálního ukazatele, je možno vyjadřovat a zjišťovat vliv různých kombinací a kompenzací měnících se materiálních podmínek hospodářské činnosti pomocí příslušných dílčích ukazatelů na změnu kritériálního ukazatele a podle toho operativně rozhodovat o daných procesech.

Metodika rozkladu indexů v pyramidové analýze SBČS (Standarní rozborové postupy č. 9, 1983; č. 21, 1984) vychází v podstatě ze způsobu rozkladu, jak jej uvádí pro složené individuální indexy při porovnání intenzitních veličin např. Š m e l k o (1977) nebo pro rozklad složeného individuálního indexu množství C y h e l s k ý et al. (1978). Pro znázornění můžeme vyjít v podstatě např. ze vztahu :

$$I_{1/0}^{pq} = q_0 I_{1/0}^p \cdot p_1 I_{1/0}^p = \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0} \cdot \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_1 q_0} \quad (1)$$

kde ve výrazu:  $I_{1/0}^{pq}$  - složený individuální index množství;

$q_0 I_{1/0}^p$  - index vyjadřující vliv změny intenzitní veličiny  $p$  (mezi běžným a základním obdobím 1/0), vážené  $q_0$  - extenzitní veličinou základního, srovnávacího období;

$p_1 I_{1/0}^p$  - index vlivu změny extenzitní veličiny  $q$  (1/0), vážené  $p_1$  - intenzitní veličinou běžného, srovnávaného období (váhy mohou pocházet i z opačných období, tj.  $p_0, q_1$ )

Protože ve skutečnosti nejde při rozkladu indexů ukazatelů pyramidové soustavy o indexy složené, není třeba sumarizovat a téměř všechny ukazatele - veličiny jsou intenzitní, lze vztah (1) upravit následovně:

$$\frac{p_{i1} p_{j0}}{p_{i0} p_{j0}} \cdot \frac{p_{i1} p_{j1}}{p_{i1} p_{j0}} = \frac{p_{i1}}{p_{i0}} \cdot \frac{p_{j1}}{p_{j0}} = I_{1/0}^{p_i} \cdot I_{1/0}^{p_j} \quad (2)$$

Což je v podstatě součin dvou individuálních jednoduchých indexů dvou intenzitních veličin ( $i, j$ ) běžného a základního období. Využijeme-li výchozího vztahu pro úpravu na výraz (2) při výpočtu vlivu změny jednotlivých individuálních indexů na velikost absolutní změny  $\Delta$ , pak dojdeme k výrazu:

$$\Delta = (p_{i1} p_{j0} - p_{i0} p_{j0}) + (p_{i1} p_{j1} - p_{i1} p_{j0}) = p_{j0} (p_{i1} - p_{i0}) + p_{i1} (p_{j1} - p_{j0}) \quad (3)$$

kde: ve výrazu:  $\Delta$  - celková absolutní velikost změny

Ze vztahu (3) vyplývá, že při zjišťování vlivu změny ukazatele na absolutní výši změny nadřazeného ukazatele záleží významně na tom, z jakého období (1,0) - srovnávaného či srovnávacího pochází veličina, která je váhou vlivu změny daného ukazatele. Rozdíly ve výsledku jsou tím větší, čím více se liší hodnoty srovnávaného a srovnávacího období u veličiny, která je váhou. Přitom čím více indexů (ukazatelů) je v součinu, tím více je možných variant. Počet variant v hierarchickém systému stoupá (v případě součinů ukazatelů) postupně s přechody k následujícím nižším stupňům analýzy. Zřejmě však, je-li každoročně či obecněji v každém období používán stejný způsob rozkladu s neměnným původem vah, je možno tohoto rozkladu pro daný účel použít (např. SBČS). Daný způsob rozkladu uvádí např. M a t ě j k a (1976), přiklání se však k jiné metodě rozkladu, jejíž logiku lze vyjádřit



opět podle C y h e l s k é h o et al. (1978) pro rozklad jednoduchého individuálního indexu množství. S využitím vztahu (2) a po úpravě můžeme psát:

$$\begin{aligned}
 I_{1/0}^{P_i P_j} &= I_{1/0}^{P_i} + I_{1/0}^{P_j} = \\
 &= \left( \log I_{1/0}^{P_i} / \log I_{1/0}^{P_i P_j} + \log I_{1/0}^{P_j} / \log I_{1/0}^{P_i P_j} \right) \cdot \\
 &\quad \cdot (P_{i1} P_{j1} - P_{i0} P_{j0}) = \\
 &= \frac{\log \frac{P_{i1}}{P_{i0}}}{\log \frac{P_{i1} P_{j1}}{P_{i0} P_{j0}}} \cdot (P_{i1} P_{j1} - P_{i0} P_{j0}) + \\
 &\quad + \frac{\log \frac{P_{j1}}{P_{j0}}}{\log \frac{P_{i1} P_{j1}}{P_{i0} P_{j0}}} \cdot (P_{i1} P_{j1} - P_{i0} P_{j0}) \quad (4)
 \end{aligned}$$

Takto lze vyjádřit vliv změny ukazatelů na celkovou změnu nadřazeného ukazatele v případě součinu ukazatelů (dvou). Konkrétně uvádí S y n e k (1987) rozklad podle tzv. dílčího relativního přírůstku (v procentech) DRP podle vzorce:

$$DRP = \left( \log \frac{a_1}{a_0} : \log \frac{x_1}{x_0} \right) \cdot \left( \frac{x_1 \cdot 100}{x_0} - 100 \right)$$

Obdobně můžeme vyjádřit výraz pro rozklad absolutního přírůstku (změny) AP následovně:

$$AP = \left( \log \frac{a_1}{a_0} : \log \frac{x_1}{x_0} \right) \cdot (x_1 - x_0)$$

kde:  $x$  - hodnota nadřazeného ukazatele;  $a$  - hodnota dílčího ukazatele; 1, 0 - běžné, základní období

Pokud jde o součet (rozdíl) ukazatelů, rozkládá se absolutní změna daného ukazatele na dílčí ukazatele podle poměru absolutní výše změn daných ukazatelů (podílů absolutních změn dílčích ukazatelů k absolutní změně nadřazeného ukazatele).

Při uvedené metodě výpočtu vlivu změn daných ukazatelů nezávisí výsledek na tom z jakého období (1, 0) budeme volit váhy. Problematika této volby odpadá. Zjištěný výsledek (tj. vliv změny dílčího ukazatele ve změně nadřazeného ukazatele) má hodnotu obdobnou střední hodnotě, vypočítané z hodnot vyjádřených podle vztahu (3) pro všechny varianty vah (z období 1/0). Za základní metodu tvorby matematických výrazů pro vyjádření vlivu změn dílčích ukazatelů pyramidové analýzy byla zvolena v praktickém příkladě metoda rozkladu, vycházející z logaritmů, tj. podle



vztahu (4) - při součinu ukazatelů a na bázi poměru změn ukazatelů v případě jejich součtu. V práci Š i š á k a (1988) jsou odvozeny jednotlivé konkrétní matematické výrazy experimentálně podle obou metod - vztahů (3) a (4) a částečně upraveny s ohledem na možnost využití výpočetní techniky.

## PŘÍKLAD

Pro účely ověření možností aplikace byly experimentálně vytvořeny varianty pyramidové soustavy ukazatelů, z nichž je na obr. 1 uvedena jako názorný příklad upravená základní varianta. Soustava je poměrně rozsáhlá, což souvisí s účelem zařadit a experimentálně posoudit vhodnost poměrně značného počtu ukazatelů. Je však otevřená, tzn. že ukazatele a vazby lze podle konkrétních potřeb, podmínek a možností různě modifikovat, doplňovat nebo nahrazovat jinými. Soustavu je možno i redukovat, využívat z ní jen některé části a bloky ukazatelů. Za vrcholový ukazatel efektivnosti (Z) je v tomto případě zvolen a analyzován rozdíl mezi příjmy a náklady organizace na úrovni podniku, do určité míry upravený (o příděly a odvody pěstební činnosti, příděly z kalamitního fondu a fondu exhalací). Struktura systému byla ovlivněna i stavem informační soustavy, požadavkem, aby údaje pro analýzu byly běžně dostupné.

### Obsah ukazatelů

Z - vrcholový, syntetický, kritériální ukazatel efektivnosti - hospodářský výsledek, zisk  
RF - reprodukční fondy podniku, souhrn základních prostředků v pořizovacích cenách a oběžných prostředků; absolutní ukazatel, vyjadřující vliv změny RF na změnu zisku při stálé úrovni ukazatele Z/RF

Z/RF - rentabilita reprodukčních fondů

1-2

Z/V - rentabilita výkonů; výkony, v podstatě příjmy byly upraveny o stejné položky jako ukazatel Z

2-2

NC/V - celková nákladovost výkonů, jiná forma ukazatele rentability výkonů Z/V

2-1

V/RF - výkonová účinnost reprodukčních fondů

2-3

RF/V - vázanost reprodukčních fondů na výkony, reciproční forma ukazatele V/RF

2-4

MN/V - materiální nákladovost výkonů bez odpisů a zůstatkové hodnoty vyřazených základních prostředků

3-1

OVP/V - zatížení výkonů odpisy včetně zůstatkové ceny vyřazených základních prostředků

3-2

MO/V - zatížení výkonů mzdovými a ostatními osobními náklady

3-3

SN/V - zatížení výkonů službami nemateriální povahy

3-4

FN/V - finální nákladovost výkonů

3-5

Ukazatel NC/V není rozložen na součet ukazatelů 3-1 až 3-5 úplně, zbývající náklady jsou skupinou různorodou a neovlivňují v daném případě úroveň nadřazených ukazatelů podstatnou měrou.

**ZP/V** - vázanost základních prostředků na výkony, reciproční ukazatel účinnosti ZP (stav ZP je vyjádřen jako průměr stavu k počátku a konci období)

**3-6 ZP/V** do - doba obrátu ZP ve dnech, varianta ukazatele ZP/V, upravená konstatní odpočtovou periodou 360 dnů (stejně jako doba obrátu v dalších případech)

**OP/V;** do - vázanost oběžných prostředků na výkony (stav vyjádřen jako průměr k počátku a konci období); doba obrátu OP

**3-7 SM/V** - materiálová nákladovost výkonů, zatížení výkonů materiálovými náklady

**4-1 PE/V** - zatížení výkonů palivy a energií

**4-2 OU/V** - zatížení výkonů opravami a udržováním

**4-3 PR/V** - zatížení výkonů náklady na přepravu

**4-4 SP/V** - zatížení výkonů náklady na spoje

**4-5 OPS/V** - zatížení výkonů odpisy předmětů postupné spotřeby

**4-6**

Ukazatel MN/V není rozložen úplně, vliv v podstatě zbývajících podílového ukazatele (ostatní výkony materiální povahy ku výkonům) na změnu nadřazeného ukazatele lze určit jako rozdíl mezi vlivem ukazatele MN/V a součtem vlivu 4-1 až 4-4-6.

**ZP/V** výkonová vázanost základních prostředků

**4-7 O/ZP** - průměrná odpisová sazba základních prostředků

**4-8**

Součin ukazatelů nevyjadřuje úplně nadřazený ukazatel OVP/V (není v nich již zahrnuta hodnota vyřazených ZP).

**MO/P** - průměrné mzdové a ostatní osobní náklady na jednoho pracovníka, hodnota i vlastní změna je vyjádřena ve formě měsíčních nákladů

**4-9**

**V/P** - výkonová produktivita práce na pracovníka (tis. Kčs), reciproční výraz pracovní

**4-10 PJ/V** - zatížení výkonů pojistným

**4-11 UR/V** - zatížení výkonů úroky z úvěrů

**4-12 PSZ/V** - zatížení výkonů příspěvky na sociální zabezpečení, charakterizuje nepřímou náročnost výkonů na pracovní sílu

**4-13 MS/V** - zatížení výkonů manky a škodami

**4-14 PP/V** - zatížení výkonů pokutami a penále

**4-15**

Ukazatel finanční nákladovosti výkonů FN/V není rozložen na součet ukazatelů 4-11 až 4-15 úplně.

**SD/V;** do - vázanost strojních a dopravních ZP (aktivních ZP) na výkony; doba obrátu SD

**4-16 BS/V;** do - vázanost budov a staveb (pasívních ZP) na výkony; doba obrátu BS

**4-17 OZP/V;** do - vázanost ostatních ZP na výkony; doba obrátu

**4-18 ZMP/V;** do - vázanost zásob materiálu a paliv na výkony; doba obrátu MP

**4-19**

- PPS/V; do - vázanost předmětů postupné spotřeby na výkony; doba obratu PPS  
4-20
- PD/V; do - vázanost poddodávek na výkony; doba obratu PD  
4-21
- NV/V; do - výkonová vázanost zásob nedokončené výroby včetně polotovarů vlastní výroby; doba obratu NV  
4-22
- HV/V; do - výkonová vázanost zásob hotových výrobků a zboží; doba obratu HV  
4-23
- ZV/V; do - výkonová vázanost stavu zvířat; doba obratu ZV  
4-24
- PH/V; do - výkonová vázanost pohledávek za odběrateli; doba obratu PH  
4-25
- OOP/V; do - výkonová vázanost ostatních oběžných prostředků; doba obratu OOP  
4-26
- M/P - průměrné mzdové náklady na pracovníka ve formě měsíčních nákladů  
5-1
- ON/P - průměrné měsíční ostatní osobní náklady na pracovníka  
5-2
- V/D - výkonová produktivita práce dělníků  
5-3
- D/P - podíl počtu dělníků v počtu pracovníků  
5-4
- SD/D - vybavenost živé práce (dělníků) strojními a dopravními ZP  
5-5
- V/D - výkonová produktivita práce dělníků (reciproční ukazatel pracnosti)  
5-6
- SMP/V - zatížení výkonů materiálovými náklady včetně paliv, náročnost výkonů na spotřebu materiálu a paliv  
5-7
- ZMP/SMP; do - Vázanost zásob materiálu a paliv na spotřebu materiálu a paliv; doba obratu MP  
5-8
- MD/D - průměrná mzda dělníků bez podílů ve formě měsíční mzdy  
6-1
- D/P - podíl počtu dělníků v počtu pracovníků  
6-2
- MPO/PO - průměrná mzda (plat) bez podílů pracovníků ostatních ve formě měsíční mzdy  
6-3
- PO/P - podíl počtu pracovníků ostatních (vč. provozních a obsluhujících) v počtu pracovníků  
6-4
- Ukazatel průměrných mzdových nákladů na pracovníka M/P je neúplně rozložen (bez podílů) na součet součinu ukazatelů 6-1 až 6-4.
- V/OH - hodinová produktivita práce dělníků  
6-5
- OH/OS - průměrná délka směny, počet odpracovaných hodin k odpracovaným směnám  
6-6
- OS/FPD - míra využití použitelného fondu pracovní doby dělníky (odpracované směny dělníky ku fondu pracovní doby)  
6-7
- FPD/D - použitelný fond pracovní doby na dělníka (dny)  
6-8

Názorná ukázka možné úpravy části výsledků a jejich interpretace je uvedena v tab. I. Hodnotové údaje jsou vyjádřeny v tis. Kčs, znakem + je naznačeno, že se nejedná o úplný rozklad na nižší ukazatele.

Z údajů v tab. I vyplývá, že ve skutečnosti bylo dosaženo 67 930 tis. Kčs zisku Z (upraveného), čímž nebyl splněn plánovaný upravený zisk 68 700 tis. Kčs o 770 tis. Kčs. Tato hodnota, změna (úbytek) zisku je základním, vrcholovým ukazatelem. Zisk byl nižší o 1,12% oproti plánu (index 0,9888). Schéma ukazuje, jak změny hodnot jednotlivých ukazatelů přispěly k tomuto konečnému výsledku. Vlivy jednotlivých ukazatelů na konečný výsledek odrážejí konkrétní hmotné příčiny, které stojí za danými ukazateli.

Vykazovaný objem reprodukčních fondů v pořizovacích cenách RF byl ve skutečnosti nižší oproti záměrům plánu zhruba o 21 mil. Kčs, tj. o 0,71% (index 0,9929), čemuž odpovídá při stabilní úrovni rentability reprodukčních fondů Z/RF úbytek zisku 492 tis. Kčs. Při analýze zisku jako vrcholového ukazatele efektivnosti je třeba vzít v úvahu, že masa zisku je veličinou, která závisí jak na intenzivním, tak na extenzivním rozvoji. Masa zisku může obecně růst nejen intenzivnějším využíváním reprodukčních fondů, ale i dalším extenzivním rozšiřováním výroby a zařazováním dalších reprodukčních fondů do výrobního procesu.

Změna rentability reprodukčních fondů Z/RF zapříčinila úbytek zisku o 278 tis. Kčs poklesem o 0,09 Kčs Z/ tis. Kčs RF, tj. poklesem o 0,41% (index 0,9959). Na tento úbytek zisku má bezprostředně vliv rentabilita či nákladovost výkonů Z/V, NC/V - úbytek zisku o 1846 tis. Kčs a výkonová účinnost či vázanost reprodukčních fondů V/RF, RF/V - přírůstek zisku o 1568 tis. Kčs, součet obou hodnot činí -278 tis. Kčs, tzn., že rozklad nadřazeného ukazatele na oba dílčí je tzv. úplný (případný nesouhlas hodnoty řádově na posledním místě v některých dalších příkladech úplného rozkladu plyne ze zaokrouhlování). Ztrátu zisku o 1846 tis. Kčs způsobil pokles rentability výkonů Z/V ve srovnání s plánem z 81,14 Kčs/tis. Kčs výkonů na 78,97 Kčs/tis. Kčs výkonů, tj. snížení o 2,66% (index 0,9733) nebo zvýšení nákladovosti výkonů NC/V z 918,86 Kčs/tis. Kčs V na 921,03 Kčs/tis. Kčs V, tzn. vzestup o 0,24% (index 1,0024).

Zvýšení náročnosti výkonů na materiální náklady MN/V z 386,44 Kčs/tis. Kčs V na 395,29 Kčs/tis. Kčs V, tj. o 2,29% mělo samo o sobě za následek úbytek zisku 7550 tis. Kčs. Z toho pokles zisku o 5677 tis. Kčs byl způsoben vzrůstem zatížení výkonů materiálovými náklady - spotřebou materiálu SM/V z 201,32 Kčs/tis. Kčs V na 207,97 Kčs/tis. Kčs V - o 3,30%. Přírůstek zisku oproti plánu o 1468 tis. Kčs vyplývá ze snížení zatíženosti výkonů náklady na paliva a energii PE/V o 2,22% (index 0,9778). Zatížení výkonů opravami a udržováním OU/V zapříčinilo úbytek zisku o 2040 tis. Kčs svým růstem o 6,75%. Náročnost výkonů na přepravné PR/V přispěla k růstu zisku o 771 tis. Kčs, protože se snížila o 3,19%. Naopak zatížení výkonů náklady na spoje SP/V a odpisy prostředků postupné spotřeby OPS/V způsobily snížení zisku o 229 tis. Kčs, resp. o 1119 tis. Kčs, protože se jejich hodnoty zvýšily o 3,92%, resp. 8,22%.

Zatížení výkonů odpisy včetně zůstatkové ceny vyřazených základních prostředků OVP/V přispělo k růstu zisku o 1758 tis. Kčs, neboť se snížilo o 2,54%, z toho příznivá změna vázanosti ZP na výkony ZP/V přispěla k růstu zisku o 1985 tis. Kčs - poklesla o 2,86%, avšak nepříznivá změna průměrné odpisové sazby způsobila ztrátu zisku 316 tis. Kčs, protože se zvýšila o 0,46%.

Celá oblast mzdové a ostatní osobní nákladovosti výkonů MO/V přispěla k růstu zisku o 1851 tis. Kčs svým poklesem o 0,65%, avšak změna průměrných mzdových

## I. Příklad uspořádání výsledků pyramidové analýzy - An example of arrangement of the results of pyramidal analysis

| Hodnoty a indexy ukazatelů<br>pyramidové soustavy |           |        | Analýza změny zisku, způsobené změnou ukazatelů<br>mezi skutečností a plánem (tis. Kčs) |                |      |        |        |        |   |   |
|---------------------------------------------------|-----------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|--------|--------|--------|---|---|
| Hodnoty                                           |           | Index  | Ukazatele                                                                               | Stupeň analýzy |      |        |        |        |   |   |
| Skutečnost                                        | Plán      | S/P    |                                                                                         | 0              | 1    | 2      | 3      | 4      | 5 | 6 |
| a                                                 | b         | c      | d                                                                                       | e              | f    | g      | h      | ch     | i | j |
| 67 930                                            | 68 700    | 0,9888 | Z                                                                                       | -770           |      |        |        |        |   |   |
| 2 901 001                                         | 2 921 958 | 0,9929 | RF                                                                                      |                | -492 |        |        |        |   |   |
| 0,02342                                           | 0,02351   | 0,9959 | Z/RF                                                                                    |                | -278 |        |        |        |   |   |
|                                                   |           |        | Nákladová<br>část                                                                       |                |      |        |        |        |   |   |
| 0,07897                                           | 0,08114   | 0,9733 | Z/V                                                                                     |                |      |        |        |        |   |   |
| 0,92103                                           | 0,91886   | 1,0024 | NC/V                                                                                    |                |      | -1 846 |        |        |   |   |
| 0,39529                                           | 0,38644   | 1,0229 | MN/V                                                                                    |                |      |        | -7 550 |        |   |   |
| 0,20797                                           | 0,20132   | 1,0330 | SM/V                                                                                    |                |      |        |        | -5 677 |   |   |
| 0,07564                                           | 0,07736   | 0,9778 | PE/V                                                                                    |                |      |        |        | 1 468  |   |   |
| 0,03782                                           | 0,03543   | 1,0675 | OU/V                                                                                    |                |      |        |        | -2 040 |   |   |
| 0,02744                                           | 0,02835   | 0,9681 | PR/V                                                                                    |                |      |        |        | 771    |   |   |
| 0,00712                                           | 0,00685   | 1,0392 | SP/V                                                                                    |                |      |        |        | -229   |   |   |
| 0,01726                                           | 0,01594   | 1,0822 | OPS/V                                                                                   |                |      |        |        | -1 119 |   |   |
| 0,07920                                           | 0,08126   | 0,9746 | OVP/V                                                                                   |                |      |        | 1 758  |        |   |   |
| 3,01833                                           | 3,10708   | 0,9714 | ZP/V                                                                                    |                |      |        |        | 1 985  |   |   |
| 0,02627                                           | 0,02615   | 1,0046 | O/ZP                                                                                    |                |      |        |        | -316   |   |   |
| 0,33096                                           | 0,33313   | 0,9935 | MO/V                                                                                    |                |      |        | 1 851  |        |   |   |



|          |         |        |              |        |        |        |
|----------|---------|--------|--------------|--------|--------|--------|
| 3,02548  | 2,99117 | 1,0115 | MO/P +       | -3 229 | -4 037 | -4 156 |
| 3,02866  | 2,98583 | 1,0144 | M/P +        |        |        | -79    |
| 2,93678  | 2,87733 | 1,0207 | MD/D         |        |        | 5      |
| 0,7423   | 0,7419  | 1,0004 | D/P          |        |        | 103    |
| 3,29325  | 3,29350 | 0,9999 | MPO/PO       |        |        |        |
| 0,2577   | 0,2581  | 0,9987 | PO/P         |        |        |        |
| 0,0363   | 0,0318  | 1,1425 | ON/P         |        |        |        |
| 109,699  | 107,750 | 1,0181 | V/P          | 5 079  | 4 952  |        |
| 147,792  | 145,232 | 1,0176 | V/D          |        |        |        |
| 0,09405  | -       | -      | V/OH         |        |        |        |
| 8,88421  | -       | -      | OH/OS        |        |        |        |
| 0,88490  | -       | -      | OS/FPD       |        |        |        |
| 199,881  | -       | -      | FPD/D        |        |        |        |
| 0,7423   | 0,7419  | 1,0004 | D/P          |        |        |        |
| 0,03106  | 0,03153 | 0,9848 | SN/V         |        |        |        |
| 0,08488  | 0,08650 | 0,9812 | FN/V +       | 408    | 1 385  | 373    |
| 0,00411  | 0,00455 | 0,9038 | PJ/V         |        |        | -415   |
| 0,00639  | 0,00591 | 1,0824 | UR/V         |        |        | 317    |
| 0,06811  | 0,06848 | 0,9946 | PSZ/V        |        |        | 164    |
| -0,00019 | -       | -      | MS/V         |        |        | 4      |
|          | -       | -      | PP/V         |        |        |        |
|          |         |        | Fondová část |        |        |        |
| 0,29650  | 0,28977 | 1,0232 | V/RF         | 1 568  |        |        |
| 3,37267  | 3,45100 | 0,9773 | RF/V         |        |        |        |
| 3,01833  | 3,10708 | 0,9714 | ZP/V         |        |        |        |
| 1 086,6  | 1 118,5 | 0,9714 | do ZP        | 1 777  |        |        |
| 0,62995  | 0,64618 | 0,9749 | SD/V         |        |        |        |
| 226,8    | 232,6   | 0,9749 | do SD        |        |        | 325    |

|         |         |        |             |  |
|---------|---------|--------|-------------|--|
| 93,102  | 93,846  | 0,9921 | SD/D        |  |
| 147,792 | 145,232 | 1,0176 | V/D         |  |
| 2,38456 | 2,46090 | 0,9690 | BS/V ] →    |  |
| 858,5   | 885,9   | 0,9690 | do BS ] →   |  |
| 0,00382 | 0       | -      | OZP/V ] →   |  |
| 1,37    | 0       | -      | do OZP ] →  |  |
| 0,35434 | 0,34392 | 1,0303 | OP/V ] →    |  |
| 127,5   | 123,8   | 1,0303 | do OP ] →   |  |
| 0,07586 | 0,07195 | 1,0542 | ZMP/V ] →   |  |
| 27,3    | 25,9    | 1,0542 | do MP ] →   |  |
| 0,27327 | 0,26829 | 1,0186 | SMP/V       |  |
| 0,27758 | 0,26820 | 1,0350 | ZMP/SMP ] → |  |
| 99,9    | 96,6    | 1,0350 | do MP ] →   |  |
| 0,00711 | 0,01152 | 0,6168 | PPS/V ] →   |  |
| 2,56    | 4,14    | 0,6168 | do PPS ] →  |  |
| 0,01018 | 0,00515 | 1,9762 | PD/V ] →    |  |
| 3,67    | 1,87    | 1,9762 | do PD ] →   |  |
| 0,04559 | 0,03147 | 1,4485 | NV/V ] →    |  |
| 16,42   | 11,34   | 1,4485 | do NV ] →   |  |
| 0,03569 | 0,03717 | 0,9602 | HV/V ] →    |  |
| 12,85   | 13,39   | 0,9602 | do HV ] →   |  |
| 0,01327 | 0,01742 | 0,7617 | ZV/V ] →    |  |
| 4,79    | 6,26    | 0,7617 | do ZV ] →   |  |
| 0,05213 | 0,05379 | 0,9692 | PH/V ] →    |  |
| 18,76   | 19,37   | 0,9692 | do PH ] →   |  |
| 0,11452 | 0,11544 | 0,9920 | OOF/V ] →   |  |
| 41,22   | 41,54   | 0,9920 | do OOF ] →  |  |

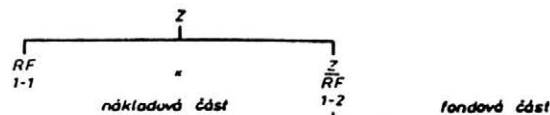
a ostatních osobních nákladů na pracovníka MO/P způsobila ztrátu 3229 tis. Kčs - ukazatel vzrostl o 1,15% (což měsíčně činí růst ze 2991,17 Kčs na 3025,48 Kčs), tento vývoj byl ale více než vykompenzován změnou výkonové produktivity práce pracovníků V/P - přínos činil 5079 tis. Kčs, protože produktivita vzrostla ze 107,75 tis. Kčs na 109,699 tis. Kčs na pracovníka, tj. o 1,81%. Z bloku průměrných mzdových a ostatních osobních nákladů na pracovníka způsobila změna průměrných mzdových nákladů na pracovníka /bez OON a zůstatků čas. rozlišení/ úbytek na zisku 4037 tis. Kčs (růst o 1,44%), v tom průměrná mzda dělníků bez OON a podílů MD/D - růst z 2877,33 Kčs měsíčně na 2936,78 Kčs, tj. o 2,07% - způsobila úbytek zisku 4156 tis. Kčs oproti plánu a růst podílu počtu dělníků v počtu pracovníků o 0,04% způsobil úbytek zisku 79 tis. Kčs. Naproti tomu prakticky stejná úroveň průměrných měsíčních mezd a platů bez OON a podílů u pracovníků ostatních MPO/PO (poklesla zaokrouhleně jen o 0,0001% z 3293,50 Kčs na 3293, 25 Kčs) přispěla k růstu zisku o 5 tis. Kčs; pokles podílu pracovníků ostatních v počtu všech pracovníků o 0,13% přispěl ale k růstu zisku již o 103 tis. Kčs oproti plánu.

Z oblasti výše uvedené produktivity práce pracovníků V/P, přispěla změna produktivity práce dělníků V/D sama o sobě k přírůstku zisku o 4952 tis. Kčs, protože se zvýšila o 1,76% a růst podílu dělníků D/P (o 0,04%) přispěl v tomto případě k růstu zisku o 127 tis. Kčs. Na jedné straně tedy růst podílu počtu dělníků při jejich mzdách způsobil úbytek zisku 79 tis. Kčs (jak bylo uvedeno), na straně druhé však byl více než vykompenzován růstem jejich podílu při dané úrovni produktivity práce - přírůstek Z 127 tis. Kčs, z čehož plyne, že růst podílu počtu dělníků je v uvedeném případě vzhledem k zisku příznivý. Oblast produktivity práce dělníků nebyla podrobnějšími ukazateli analyzována (ukazatele 6. stupně analýzy 6-5 až 6-8), protože ty se v plánu nevykazují, význam má však toto analytické členění při vzájemném porovnávání dosažených skutečností dvou období. V analýze nákladové části lze výše uvedeným způsobem pokračovat dále.

Pokud jde o fondovou část, přispěla výkonová účinnost reprodukčních fondů V/RF (či vázanost repr. fondů RF/V) k růstu zisku o 1568 tis. Kčs, protože účinnost se zvýšila z 289,77 Kčs/tis. Kčs RF na 296,50 Kčs/tis. Kčs RF, tj. o 2,32% (vázanost se snížila z 3,451 Kčs na 3,373 Kčs RF/Kčs V, o -2,27%). Z toho výkonová vázanost ZP/V přispěla k růstu zisku o 1777 tis. Kčs - snížila se o 2,86%. Naopak vázanost oběžných prostředků OP/V či doba obratu zapříčinila úbytek zisku o 209 tis. Kčs, neboť se zvýšila z 343,92 Kčs/tis. Kčs V na 354,34 Kčs/tis. Kčs V a doba obratu ze 123,8 dne na 127,5 dne - v obou případech o 3,03%. Vázanost strojních a dopravních ZP SD/V a doba obratu přispěla k růstu zisku o 325 tis. Kčs - byla nižší o 2,51% (vázanost z 646,18 Kčs na 629,95 Kčs/tis. Kčs V a doba obratu z 232,6 dne na 226,8 dne). Z toho vybavení živé práce (dělníků) strojními a dopravními ZP SD/D přispělo k růstu zisku o 102 tis. Kčs, protože bylo nižší o 0,79% a produktivita práce dělníků V/D přispěla k růstu zisku v této souvislosti o 224 tis. Kčs, neboť se zvýšila, jak již bylo uvedeno o 1,76%. Obdobným způsobem lze v analýze fondové části pokračovat dále.

Např. vázanost oběžných prostředků OP/V, doba obratu, způsobila jako celek úbytek zisku 209 tis. Kčs, z toho vázanost zásob materiálu včetně paliv a doba obratu ZMP/V se podílela na snížení zisku o 78 tis. Kčs (růstem o 5,42%), spotřeba ma

1. stupeň analýzy



2. stupeň



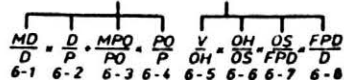
3. stupeň



5. stupeň



6. stupeň



teriiálu a paliv SMP způsobila ztrátu 27 tis. Kčs (růst o 1,86%), vázanost zásob materiálu a paliv na spotřebu, obrátkovost ZMP/SMP ztrátu 51 tis. Kčs (růst o 3,50%), vázanost předmětů postupné spotřeby a doba obratu PPS/V přírůstek zisku o 88 tis. Kčs (pokles o 38,32%), atd. Analýza může být podle potřeby doplněna o vývoj absolutních ukazatelů (např. V, NC, MN, apod.) a další vztahy.

## ZÁVĚR

Pyramidové analytické soustavy ukazatelů poskytují názorně příslušné informace. V konkrétních případech ukazují např. co znamená jednotkový pokles či vzestup daného ukazatele v pyramidové soustavě pro růst či snížení hodnoty vrcholového ukazatele efektivnosti, zvoleného v daných podmínkách. Při tvorbě pyramidového systému ukazatelů dochází ke zjednodušení reálně existujících vztahů (jako u všech modelů skutečnosti) z příčin uvedených výše. Konkrétní číselné výsledky jsou ovlivněny i strukturou pyramidy ukazatelů a metodou indexového rozkladu. Přesto však konkrétní výstupy pyramidové analýzy v hrubších rysech odrážejí poměrně objektivně a pro uvedený účel (rozbor, plánování, kalkulace) v dostatečné míře sledované příčiny a tendence změn ukazatelů, reálně probíhajících v reprodukčních procesech. Vývoj důležitých ukazatelů a jejich vliv na změnu vrcholového ukazatele upozorňuje v podstatě na slabá či silná místa v hospodářské činnosti organizace, na oblasti, které ovlivňují výsledek činnosti (vrcholový ukazatel efektivnosti) a na závažnost - míru těchto vlivů. Konkrétní číselné výsledky je třeba interpretovat a rozhodovat podle nich s hlubokou praktickou znalostí stavu organizace a její hospodářské činnosti.

Pyramidové systémy ukazatelů mohou rychle, operativně a přehledně poskytovat požadované informace o daných procesech bez zbytečné administrativy, vstupní ukazatele jsou běžně sledovány a vykazovány. K daným propočtům lze dobře využít tzv. stolních mikropočítačů, matematické výrazy a v podstatě celý systém je dobře programovatelný. Kalkulace je možno provádět nejen po skončení, ale i během daného období (např. roku), jsou-li k dispozici příslušné informace.

Volba vrcholových ukazatelů a struktury pyramidové analýzy závisí podstatně na cíli analýzy. Vrcholový ukazatel efektivnosti dané činnosti by měl být tvořen ukazateli (výstupy - např. příjmy z činnosti a vstupy - spotřebou práce), které spolu bezprostředně souvisejí. Lze se domnívat, že další teoretický rozvoj a praktické aplikace pyramidových soustav ukazatelů v praxi lesního hospodářství mohou být pro řízení organizací různé úrovně přínosem jak ve sféře informační tak v oblasti rozhodování v rámci rozborové a plánovací činnosti.

## Literatura

- BARTUNĚK, J.: Analýza hospodaření lesních závodů. Acta Univ. agric. (Brno), Řada C, 3-4, 1972.  
BARTUNĚK, J.: Příspěvek k analýze rozvoje lesního hospodářství. Acta Univ. agric. (Brno), Řada C, 2, 1973.  
BARTUNĚK, J.: Analýza a prognóza některých ukazatelů ekonomického vývoje státních lesů SSR. Acta Univ. agric. (Brno), Řada C, 49, 1980, č. 1, s. 77-93.  
BRABEC, F., VYSUŠIL, J.: Ekonomická analýza a plánování strojírenské a elektrotechnické výroby. Praha, SNTL, Bratislava, ALFA, 1975, 275 s.  
CYHELSKÝ, L., HUSTOPECKÝ, J., ZÁVODSKÝ, P.: Příklady k teorii statistiky. Praha SNTL/ALFA, 1978.



- EMMER, J.: Ekonomická efektivnost lesní výroby u Západočeských státních lesů v období VI. pětiletky. [Závěrečná práce.] Brno, VŠZ LF, 1983.
- HÖFFMANN, V.: Ředitelská analýza. Svoboda, Praha, 1983.
- HOLÍK, Z.: Ekonomická efektivnost lesní výroby u Západočeských státních lesů v období 5. pětiletky. [Závěrečná práce.] Brno VŠZ LF, 1979.
- JANÁSEK, M.: Metoda řetězového rozkladu indexů a její použití v rozborové a plánovací činnosti. Práce, 1973, č. 8.
- KOŘÍNEK, J.: Prohloubení rozborů hospodaření podniků na bázi počítačové techniky. Lesnictví, 1979, č. 8.
- KOŘÍNEK, J.: Určení typu technického pokroku. Ekonomika a riadenie lesného hospodárstva, 1981, č. 9-10.
- MATĚJKA, M.: Hodnocení efektivnosti výrobního podniku. SNTL, Praha, 1976.
- RUPRICH, J., POKORNÝ, P.: Diferenční analýza výsledků hospodaření. Lesnictví, 1984, č. 10.
- Standardní rozborové postupy č. 9, 1983, SBČS.
- Standardní rozborové postupy č. 21, 1984, SBČS.
- SYNEK, M.: Čs. průmysl v 7. pětiletce ve světle pyramidové analýzy. Plánované hospodárství, 1987, č. 1.
- ŠIŠÁK, L.: Metoda pyramidové analýzy v plánovací a rozborové činnosti podniku LH. [Závěrečná zpráva.] Kostelec n. Č. lesy, Ústav aplikované ekologie a ekotechniky VŠZ Praha, 1988.
- ŠMELKO, Š., WOLF, J.: Statistické metody v lesnictví. Bratislava, Príroda, 1977.
- VERNER, E.: Rozbory hospodaření a jejich prohloubení z hlediska finanční politiky podniků. Práce, č. 9, 1987.
- TOMAN, V.: Komparace výsledků hospodářské činnosti lesních závodů na podnikovém ředitelství Západočeských státních lesů v Plzni. Ekonomika a riadenie lesného hospodárstva, č. 9-10, 1981.
- VONŠOVSKÝ, J. a kol.: Aplikace metodiky rozkladu pyramidové soustavy měrných ukazatelů pro mezipodnikové srovnávání. Praha, VÚSTE, 1969, 1970.
- ŽDÁRSKÝ, J.: Analýza hospodaření lesního závodu a podniku. In: Sborník Vědeckého lesnického ústavu Vysoké školy zemědělské v Praze, č. 17, 1974.
- ŽDÁRSKÝ, J.: Mezizávodové srovnání rozkladem pyramidové soustavy poměrných ukazatelů. Lesnictví, č. 8, 1976.
- ŽDÁRSKÝ, J., ŠTĚRBA, M.: Racionalizace řízení lesního hospodárství a organizace práce. [Dílčí závěrečná zpráva.] Kostelec n. Č. lesy, VLÚ VŠZ Praha, 1975.

Došlo dne 6.7. 1989

ŠIŠÁK, L. (Ústav aplikované ekologie a ekotechniky, Kostelec nad Černými lesy): *Pyramidal analyses in analytical and planning activities*. Lesnictví, 36, 1990 (10): 867-882.

The problems of the application of the methods of pyramidal analysis in forestry are treated. The objective is to draw attention to this method, to inform about its essential features and applicability to analytical and planning activities of forestry organizations. Greater attention than up to now should be paid to the above-mentioned method in the theory and practice of forestry management, with respect to possibilities of pyramidal analysis application. The present paper contains certain knowledge of a research report (cf. References) where the linkages of indicators are solved mathematically and respective mathematical expressions are mentioned. An advantage of pyramidal systems of indicators is their exactly determined logico-mathematical hierarchic shape. In keeping with purposes, conditions and possibilities, it is necessary to find corresponding variants of the analysis of causes of changes in the synthetic, criterion, peak indicator of effectiveness of the given activity in an organization and production unit. Even though this means some simplification of reality (characterizing all models), it can be said that the results of the analysis can reflect objectively and adequately actual causes and trends influencing the peak indicator of effectiveness and point out in this way the weak and strong points in the economic activity. The system is easy to programme and it does not require much administrative work. Using the computing technology, the results can be available in practice immediately. A concrete example is given, illustrating potential interpretation and form of part of the results.

forestry; economics and management; analyses; planning; pyramidal analysis

Adresa autora:

Ing. Luděk Š i š á k , CSc., Ústav aplikované ekologie a ekotechniky VŠZ, 281 63 Kostelec nad Černými lesy

Upozornění pro přispěvatele a čtenáře časopisu

## LESNICTVÍ

Časopis Lesnictví uveřejňuje od roku 1990 **prioritní vědecké práce v anglickém jazyce.**

Práce musí být do redakce zaslána v angličtině (za jazykovou správnost odpovídá autor) a má obsahovat rozšířené resumé v češtině nebo slovenštině (v rozsahu dvou rukopisných stran).

Počínaje ročníkem 1991 budou u původních prací uveřejňovaných v českém nebo slovenském jazyce pouze rozšířené resumé v angličtině (možnost komentovat tabulky a obrázky) - rozsah asi dvě rukopisné strany.

Obracejíme se proto na autory, aby práce, které hodlají publikovat v našem časopise doplnili rozšířeným souhrnem, pokud možno přeloženým do angličtiny.

Doufáme, že se toto opatření setká s příznivým ohlasem autorů i čtenářů nejen domácích, ale i zahraničních.

*Redakce časopisu.*

Rukopisy odevzdány k tisku 15.6.1990, podepsáno k tisku 16.4.1991



**LESNICTVÍ č. 11/1990** je tematicky zaměřeno na problematiku vztahu mechanizace a biologických principů hospodaření lesa (v angličtině)

**Ila v s k ý J.:** Vztah mechanizácie a biologických princípov hospodárenia v lesoch

**B u b l i n e c E., Ila v s k ý J.:** Ťažba nadzemnej biomasy stromov a jej vplyv na stanovištné pomery v lesoch

**Š a c h F.:** Těžební dopravní technologie a eroze půdy na holosecích v horských lesích

**L a s á k O.:** Posouzení harvesteru LOKOMO MAKER 34 T z hlediska poškozování lesního prostředí

**D e m k o J.:** Zhutňovanie lesných pôd sústred'ovacími prostriedkami (Špeciálny lesný kolesový traktor - ŠLKT - 81)

**A s t r a b J.:** Návrh technológií približovania dreva balonovými systémami s experimentálnymi overením na modeloch

**S k o u p ý A., P e c h l á k B., S e j k o r a P.:** Příspěvek k poznání i rozptylu olejů při práci s řetězovou pilou pomocí radioindikátorové metody

**G r u n d a B., U l r i c h R.:** Zásah oleje do půdy a jeho vliv na ekologicky významné půdní vlastnosti

**S k o u p ý A.:** Průběh opotřebení řezacích částí řetězových pil mazaných řepkovým olejem ve srovnání s olejem OA M6A

Lesnictví č. 11/1990 stojí 17,- Kčs. Objednávky přijímá

**Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Slezská 7, 120 56 Praha 2,  
Poštovní novinová služba, Jindřišská 14, 110 00 Praha 1**

Vědecký časopis LESNICTVÍ ● Vydává Československá akademie zemědělská - Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ● Vychází měsíčně ● Redaktorka RNDr. Marie Forejtová ● Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 25 75 41 ● Vytiskl Economic service CPC, Opletalova 41, Praha 1.

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, ACT, Kaškov 19, 160 00 Praha 6, závod 2, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS - ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice a dovoz tisku Praha, administrace vývozu tisku, Kovpakova 26, 160 00 Praha 6.

# MATEMATICKÉ METODY V LESNICTVÍ

## J. Machek, B. Páv: Metody zakládání a vyhodnocování pokusů v lesnictví

(mřížové uspořádání - vyvážená mříž, jednoduchá mříž, vícenásobná mříž; síla testu analýzy variance)

### PŘÍLOHA LESNICTVÍ 36 (LXIII), 1990, Č. 10

V předcházejících statích této série článků bylo pojednáno o základních typech uspořádání pokusů - prostý znáhodněný pokus, znáhodněné bloky, latinské čtverce, vyvážené neúplné bloky - a o statistické analýze výsledků těchto experimentů. Tato 9. kapitola je věnována tzv. mřížovému uspořádání. Jde o uspořádání vhodné při rozsáhlých experimentech zahrnujících vzájemné porovnání velkého počtu "ošetření" (např. odrůd, proveniencí, způsoby přípravy půdy, probírek atd.). Proto jsou tato uspořádání zvláště v lesnickém výzkumu poměrně oblíbená. Jejich analýza je ovšem složitější a pracnější ve srovnání např. se znáhodněnými bloky (úplnými). Při velkém počtu ošetření je nutno použít neúplných bloků, bloky se seskupují do skupin tvořících tzv. replikace (opakování) a systém opakování tvoří tzv. mříž. Na konec (v 10. kapitole) se zabýváme silou testu analýzy variance, důležité veličiny pro volbu kritických oborů.

## 9. MŘÍŽOVÁ USPOŘÁDÁNÍ

### 9.1. VYVÁŽENÁ MŘÍŽ - POPIS PLÁNU

Podobně jako při pokusech uspořádaných do vyvážených neúplných bloků i při vyvážené mříži jsou dosti striktní omezení na počet ošetření, bloků a replikací. Počet ošetření musí být roven čtverci přirozeného čísla tedy 4, 9, 16, ..., počet experimentálních jednotek (parcel, dílců, záhonů atd.) v bloku je roven druhé odmocnině z počtu srovnávaných ošetření. Požadavek vyváženosti znamená, že každá dvojice ošetření se musí vyskytnout právě jednou v tomtéž neúplném bloku. Tzv. vyváženost mříže tedy umožňuje, aby všechny dvojice experimentálních kategorií byly srovnávány se stejnou přesností. Na druhé straně ovšem ke splnění podmínky vyváženosti je nutný určitý přesný počet opakování. Máme-li počet ošetření  $t = k^2$ , máme celkem

$$k^2(k^2 - 1) / 2 = k^2(k - 1)(k + 1) / 2$$

dvojic ošetření. Protože každý blok má  $k$  experimentálních je<sup>nterval</sup>, lze na každém bloku umístit  $k(k-1)/2$  dvojic ošetření. Celkem tedy ke konst<sup>yvážené mříže</sup> je třeba  $k(k-1)/2$  bloků.

$$\frac{k^2(k-1)(k+1)/2}{k(k-1)/2} = k(k+1) \text{ bloků}$$

Bloky jsou uspořádány do skupin po  $k$  blocích - tzv. replikací (opakování) - takže je celkem třeba  $k+1$  replikací. Protože v každém opakování je  $k$  bloků po  $k$  jednotkách, má plán každé replikace tvar čtverce podobného latinskému čtverci - snad odtud pochází pro takové uspořádání název "mříž".

Podobně, jak je tomu u neúplných vyvážených bloků, i sestavení vyvážené mříže představuje dosti složitou kombinatorickou úlohu - pro počet ošetření rovný 36 dokonce ani žádná vyvážená mříž neexistuje, pro 100 a 144 ošetření nebyla dosud sestrojena (ale ani nebylo dokázáno, že neexistuje). Rozhodne-li se tedy výzkumník založit svůj pokus metodou mříže, je nejpraktičtější použít některého z plánů tabulovaných např. in Cochran a Cox (1957).

Pro ilustraci je v následující tabulce (tab. XXIII) uvedeno schéma vyvážené mříže pro pokus s  $t = 4 \times 4 = 16$  ošetřeními - tj. podle předcházejícího - se 4 bloky po 4 jednotkách a s 5 replikacemi. Jednotlivá ošetření jsou označena čísly.

XXIII. Schéma vyvážené mříže  $4 \times 4$

| Blok | Replikace 1 | Blok | Replikace 3 | Blok | Replikace 2 |
|------|-------------|------|-------------|------|-------------|
| 1    | 1 2 3 4     | 9    | 1 6 11 16   | 5    | 1 5 9 13    |
| 2    | 5 6 7 8     | 10   | 5 2 15 12   | 6    | 2 6 10 14   |
| 3    | 9 10 11 12  | 11   | 9 14 3 8    | 7    | 3 7 11 15   |
| 4    | 13 14 15 16 | 12   | 13 10 7 4   | 8    | 4 8 12 16   |

| Blok | Replikace 4 |
|------|-------------|
| 13   | 1 14 7 12   |
| 14   | 13 2 11 8   |
| 15   | 5 10 3 16   |
| 16   | 9 6 15 4    |

| Blok | Replikace 5 |
|------|-------------|
| 17   | 1 10 15 8   |
| 18   | 9 2 7 16    |
| 19   | 13 6 3 12   |
| 20   | 5 14 11 4   |



Bude výhodné popsat postup při statistické analýze vyváženého mřížového uspořádání z velké části slovně a souběžně předvést na numerickém příkladě. Vzorce pro výpočet některých potřebných veličin jsou totiž dost nepřehledné.

**Příklad 13:** Data k numerickému příkladu, na němž bude postup zároveň s popisem ilustrován, jsou vybrána z podstatně rozsáhlejšího pokusu založeného ing. Šindelářem, CSC. z VÚLHM Strnady na polesí Hůrka při SLTŠ Písek v roce 1972. Šlo o provenienční pokus s borovicí lesní. Původní pokus byl založen - vzhledem ke svému rozsahu - jiným způsobem. Zahrnoval srovnání 36 proveniencí v blocích po šesti. Řekli jsme již v předcházejícím paragrafu, že pro 36 "ošetření" vyvážené mřížové uspořádání neexistuje. V pokusu bylo použito mřížového uspořádání se zmenšeným počtem replikací, o jakém bude řeč později. Zde jsme vybrali pro účely numerického příkladu data prvních devíti proveniencí a uspořádali do vyváženého mřížového plánu 3 x 3. Výsledky jsou sestaveny v tab. XXIV. Číslo provenience je uvedeno v závorce nad každým údajem výšky, které příslušná provenience na dané parcele dosáhla. Vedle každého bloku je zároveň uveden počet hodnot všech pozorování v bloku ( $Y_i$ ) a pod tabulkami pro jednotlivá opakování (replikace) součet všech pozorování zahrnutých do daného opakování ( $R_p$ ). Součet těchto čtyř údajů představuje celkový součet

$$Y_{..} = \sum_{i=1}^{12} Y_i = \sum_{p=1}^4 R_p = 58,64 + 64,95 + 56,49 + 55,75 = 235,83.$$

Chybí ještě součet hodnot odpovídajících jednotlivým proveniencím ( $Y_j$ ;  $j = 1, 2, \dots, 9$ ). Ty je nutno vybrat z plánů jednotlivých opakování, např.

$$Y_j = 6,25 + 7,81 + 6,16 + 5,38 = 25,60.$$

XXIV. Průměrné výšky borovic 9 proveniencí (s dílčími výsledky)

| Blok | Replikace 1 |      |      | $Y_i$ |
|------|-------------|------|------|-------|
| 1    | (1)         | (2)  | (3)  | 19,61 |
|      | 6,25        | 6,57 | 6,79 |       |
|      |             |      |      |       |
| 2    | (4)         | (5)  | (6)  | 19,51 |
|      | 5,71        | 8,04 | 5,76 |       |
|      |             |      |      |       |
| 3    | (7)         | (8)  | (9)  | 19,52 |
|      | 5,93        | 6,91 | 6,68 |       |
|      |             |      |      |       |

$$R_1 = 58,64$$

| Blok | Replikace 2 |      |      | $Y_i$ |
|------|-------------|------|------|-------|
| 4    | (1)         | (4)  | (7)  | 21,77 |
|      | 7,81        | 5,56 | 8,40 |       |
|      |             |      |      |       |
| 5    | (2)         | (5)  | (8)  | 23,33 |
|      | 8,05        | 6,57 | 8,71 |       |
|      |             |      |      |       |
| 6    | (3)         | (6)  | (9)  | 19,85 |
|      | 6,77        | 6,88 | 6,20 |       |
|      |             |      |      |       |

$$R_2 = 64,95$$

| Blok | Replikace 3 |             |             | $Y_{i.}$ |
|------|-------------|-------------|-------------|----------|
| 7    | (1)<br>6,16 | (5)<br>6,83 | (9)<br>7,00 | 19,99    |
| 8    | (2)<br>5,84 | (6)<br>6,13 | (7)<br>6,73 | 18,70    |
| 9    | (3)<br>5,75 | (4)<br>5,24 | (8)<br>6,81 | 17,80    |

$$R_3 = 56,49$$

| Blok | Replikace 4 |             |             | $Y_{i.}$ |
|------|-------------|-------------|-------------|----------|
| 10   | (1)<br>5,38 | (6)<br>6,44 | (8)<br>7,47 | 19,29    |
| 11   | (2)<br>6,29 | (4)<br>5,50 | (9)<br>6,19 | 17,98    |
| 12   | (3)<br>6,36 | (5)<br>6,25 | (7)<br>5,87 | 18,48    |

$$R_4 = 55,75$$

Dále vypočítáme součty blokových součtů pro všechny bloky, v nichž se vyskytla  $j$ -tá provenience, řekněme  $B_j$  ( $j = 1, 2, \dots, 9$ ).  
Např.

$$B_4 = 19,51 + 21,77 + 17,80 + 17,98 = 77,06,$$

tj. součet pozorování v blocích 2, 4, 9, 11 čili ve druhém bloku prvního opakování, v prvním bloku druhého opakování atd.

Z dosud získaných údajů se pro každou provenienci vypočte

$$W_j = kY_{.j} - (k + 1) B_j + Y_{..}, \quad j = 1, 2, \dots, t \quad (t = k^2),$$

XXV. Součty pro výpočet analýzy variance

| Provenience<br>$j$ | Součet<br>výsledků<br>$Y_{.j}$ | Součet blokových<br>součtů<br>$B_j$ | Upravený součet<br>$W_j = 3Y_{.j} - 4B_j + Y_{..}$ |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1                  | 25,60                          | 80,66                               | -10,01                                             |
| 2                  | 26,75                          | 79,62                               | -2,40                                              |
| 3                  | 25,67                          | 75,74                               | 9,88                                               |
| 4                  | 22,01                          | 77,06                               | -6,38                                              |
| 5                  | 27,69                          | 81,31                               | -6,34                                              |
| 6                  | 25,21                          | 77,35                               | 2,06                                               |
| 7                  | 26,93                          | 78,47                               | 2,74                                               |
| 8                  | 29,90                          | 79,94                               | 5,77                                               |
| 9                  | 26,07                          | 77,34                               | 4,68                                               |
| Součty             | 235,83                         | 707,49                              | 0                                                  |

např. pro  $j = 3$  (třetí provenience) máme

$$W_3 = 3Y_{.3} - 4B_3 + Y_{..} = 3 \cdot 25,67 - 4 \cdot 75,74 + 235,83 = 9,88.$$

Výsledky těchto předběžných výpočtů, z nichž se vychází při sestavování analýzy varinace, jsou uvedeny v tab. XXV. Z těchto údajů se sestaví tabulka analýzy rozptylu. "Součet čtverců pro ošetření" a "součet čtverců pro rozdíly mezi opakováními" se vypočtou obvyklým způsobem, totiž

$$S_o = \sum_{j=1}^{k^2} \frac{Y_j^2}{k+1} - \frac{Y_{..}^2}{k^2(k+1)},$$

$$S_r = \sum_{p=1}^{k+1} \frac{R_p^2}{k^2} - \frac{Y_{..}^2}{k^2(k+1)},$$

kde:  $R_p$  značí součet všech hodnot pozorování v  $p$ -tém opakování z celkového počtu  $k+1$  replikací. Součet čtverců "mezi bloky" (korigovaný o rozdíly mezi ošetřeními) se počítá pomocí veličin  $W_j$ :

$$S_b = \sum_{j=1}^{k^2} W_j^2 / k^3 (k+1).$$

Celkový součet čtverců je dán analogickým předpisem jako v obvyklé analýze variance, tj. součet čtverců všech pozorování zmenšený o  $Y_{..}^2 / k^2 (k+1)$ . Odečtením ( $S_o + S_r + S_b$ ) od celkového součtu čtverců se dostane součet čtverců charakterizující variabilitu jednotek uvnitř bloků (reziduální součet  $S_e$ ).

Stupně volnosti příslušné jednotlivým složkám celkového součtu čtverců jsou uvedeny v následujícím schematu analýzy variance (tab. XXVI).

V našem příkladě vznikne specifická tabulka analýzy variance (tab. XXVII). Na základě této tabulky se vypočte korekční faktor

$$\mu = \frac{E_a - E_e}{k^2 E_b} = \frac{0,4068 - 0,4400}{9 \cdot 0,4068} = -0,009068.$$

Vyjde-li - jako v našem příkladě -  $E_a > E_e$ , tj.  $\mu < 0$ , klademe  $\mu = 0$ , neboť v takovém případě jsou rozdíly mezi bloky podstatně menší než vlastní variabilita biologického materiálu nebo, jak častěji říkáme, nejsou průkazné rozdíly mezi bloky uvnitř opakování a korekce se neuplatňuje. Vjde-li  $\mu$  kladné, znamená to, že mezi bloky je variabilita větší než mezi jednotkami v tomtéž bloku. Tuto skutečnost je třeba respektovat dvojím způsobem. Především je nutno přihlídnout k tomu, že každé ošetření (v našem příkladě každá provenience) se vyskytlo jen na některých

| Zdroj variability | Součet čtverců                                                           | Stupně volnosti |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Ošetření          | $S_o = \frac{1}{k+1} \sum_{j=1}^{k^2} Y_j^2 - \frac{Y_{..}^2}{k^2(k+1)}$ | $k^2 - 1$       |
| Opakování         | $S_r = \frac{1}{k^2} \sum_{p=1}^n R_p^2 - \frac{Y_{..}^2}{k^2(k+1)}$     | $k$             |
| Bloky             | $S_b = \frac{1}{k^3(k+1)} \sum_{j=1}^{k^2} W_j^2$                        | $k^2 - 1$       |
| Reziduum          | $S_e$ doplněním                                                          | $(k-1)(k^2-1)$  |
| Celkem            |                                                                          | $k^3 + k^2 - 1$ |

bloků a opravit průměrný výsledek o vliv těchto bloků. To se děje pomocí formule

$$\bar{y}_{.j}^i = \frac{Y_{.j} + W_j}{k+1},$$

XXVII. Analýza variance výšek 15letých borovic různých proveniencí (při vyváženém mřížovém uspořádání)

| Zdroj variability | Součet čtverců | Stupeň volnosti | Rozptyl        |
|-------------------|----------------|-----------------|----------------|
| Provenience       | 8,985          | 8               | -              |
| Opakování         | 5,821          | 3               | -              |
| Bloky             | 3,254          | 8               | $0,4068 = E_b$ |
| Reziduum          | 7,040          | 16              | $0,4400 = E_e$ |
| Celkem            | 25,100         | 35              | -              |

kteřou se opravují střední hodnoty měřeného znaku u jednotlivých ošetření, čímž se získají tzv. korigované průměry. Za druhé při testování rozdílu mezi průměrnými výsledky (tj. rozdílu mezi korigovanými průměry) je nutno vzít v úvahu skutečnost, že

k variabilitě rozdílu mezi průměry výsledků různých ošetření přispívají i rozdíly mezi bloky. Počítá se tedy tzv. efektivní reziduální rozptyl či efektivní experimentální chyba

$$E'_e = E_e (1 + k\mu).$$

Je-li  $\mu \leq 0$ , klade se opět  $\mu = 0$ , tj. žádná korekce se neuplatňuje. Smysl faktoru  $1 + k\mu$ , který zvětšuje hodnotu  $E_e$  je ten, že zahrnuje do odhadu variability i případnou nehomogenitu bloků.

Rozptyly jednotlivých korigovaných průměrů  $\bar{y}'_j$  se pak odhadnou jako

$$\text{Var}(\bar{y}'_j) = E'_e / (k + 1)$$

a rozptyly rozdílu mezi dvěma korigovanými průměry  $y_m$  a  $y_n$  jako

$$\text{Var}(\bar{y}'_m - \bar{y}'_n) = 2 E'_e / (k + 1).$$

V uvedeném numerickém příkladě vyšlo  $\mu = -0,0009 < 0$ , není tedy korekce třeba. Odhady středních výšek jednotlivých proveniencí jsou dány v tomto případě obyčejnými aritmetickými průměry:

$$\begin{aligned} \bar{y}_1 &= 25,60 : 4 = 6,40 & \bar{y}_5 &= 27,69 : 4 = 6,92 \\ \bar{y}_2 &= 26,75 : 4 = 6,69 & \bar{y}_6 &= 25,21 : 4 = 6,30 \\ \bar{y}_3 &= 25,67 : 4 = 6,42 & \bar{y}_7 &= 26,93 : 4 = 6,73 \\ \bar{y}_4 &= 22,01 : 4 = 5,50 & \bar{y}_8 &= 29,90 : 4 = 7,48 \\ & & \bar{y}_9 &= 26,07 : 4 = 6,52 \end{aligned}$$

Interval spolehlivosti (s koeficientem spolehlivosti 0,95) např. pro střední výšku proveniencí 8 pak tedy je

$$\bar{y}_8 \pm \sqrt{\frac{E_e}{k+1}} \cdot t_{0,95}(16), \text{ tj. } 7,48 \pm \sqrt{\frac{0,44}{4}} \cdot 2,12$$

čili (6,78 m; 8,18 m).

Test významnosti rozdílu např. mezi průměrnou výškou u proveniencí 7 a 8 proběhne takto:

$$\frac{|\bar{y}_7 - \bar{y}_8|}{\sqrt{2E_e / (k+1)}} = \frac{|6,73 - 7,48|}{\sqrt{0,88 / 4}} = \frac{0,75}{0,469} = 1,599 < 2,12 = t_{0,975} \quad (16).$$

Zjištěná hodnota testové charakteristiky (statistiky)  $t$  nedosahuje kritické hodnoty z tabulek Studentova rozdělení  $t$  při 16 stupních volnosti, není tedy prokázán rozdíl mezi středními výškami srovnávaných proveniencí.

U všech plánů pokusů až dosud probíraných jsme vždy také testovali významnost součtu čtverců mezi ošetřeními (zde by to bylo mezi proveniencemi) proti reziduální



chybě, tj. aplikovali jsme globální test  $F$  pro rozdíly mezi ošetřeními. V tab. XXVI analýzy variance vyváženého mřížového uspořádání sloupec chybí. To proto, že pro toto uspořádání takový test není korektní. Lze jen provést přibližný test  $F$  analogický testu analýzy variance, a sice tímto postupem :

Vypočte se součet čtverců odchylek "korigovaných součtů pro ošetření" od jejich průměru, tj.

$$S'_0 = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^{k^2} (Y_{.j} + \mu W_j)^2 - Y^2_{..} / k^2 (k+1).$$

Odtud se stanoví průměrný čtverec pro rozdíly mezi ošetřeními

$$E_0 = S'_0 / (k^2 - 1)$$

a ten se pomocí testu  $F$  při  $k^2-1$  a  $(k-1)(k^2-1)$  stupních volnosti porovná s  $E_c$ .

V našem příkladě splňuje korekční faktor nerovnost  $\mu \leq 0$ , korigované součty  $Y'_j = Y_j + \mu W_j$  se shodují s obyčejnými součty a  $S'_0$  se potom shoduje se součtem čtverců z tabulky analýzy variance.<sup>1)</sup>

Máme tedy pro data z tab. XXVII.

$$F = \frac{8,985 / 8}{7,040 / 16} = 2,552 < 2,59 = F_{0,05} (8,16).$$

Pozorovaná hodnota statistiky  $F$  sice nepřekročila tabelovanou kritickou hodnotu, je jí však velice blízká (rozdíl mezi  $F_{0,05} (8,16) = 2,59$  a pozorovaným  $F = 2,552$  je jen 0,038) a daleko překračuje  $F_{0,10} (8,16) = 0,958$ . I když tedy na přísně interpretované hladině významnosti 5% nelze prohlásit rozdíly mezi proveniencemi za významné, praktický závěr může znít, že výsledky experimentu nevyvracejí domněnku o existenci rozdílů mezi výškovým vývojem různých proveniencí.

### 9.3. ČÁSTEČNĚ VYVÁŽENÁ MŘÍŽOVÁ USPOŘÁDÁNÍ

Hned na začátku (paragraf 9.1.) jsme řekli, že vyvážená čtvercová mříž typu  $k \times k$  ( $k$  bloků s  $k$  experimentálními jednotkami) vyžaduje  $k+1$  opakování, tedy celkem  $k^2 (k+1)$  experimentálních jednotek. S rostoucím počtem srovnávaných "ošetření" roste pak počet potřebných experimentálních jednotek velkou rychlostí. Např. vyvážená mříž  $8 \times 8$  vyžaduje  $9 \times 64 = 576$  experimentálních jednotek. Proto se

1) V praxi jsme někdy svědky toho, že pokus je sice založen metodou vyvážené mříže, avšak analyzován tak, jakoby každé opakování bylo jediným úplným blokem. Tento postup je oprávněný, když není rozdílů mezi bloky uvnitř opakování. V takových případech právě vychází ... a jak jsme viděli, potom se oba typy analýzy v podstatě shodují.

v praxi vyváženého mřížového uspořádání používá poměrně málo, zpravidla jen pro mříže menšího rozměru. Při vyšších hodnotách  $k$  se užívá tzv. částečně vyvážených uspořádání, tj. mřížových uspořádání s počtem opakování menších než  $k+1$ , jak by bylo třeba k dosažení vyváženosti. Při částečně vyvážených mřížových uspořádáních nelze dodržet požadavek, aby každá dvojice ošetření se vyskytla jednou ve stejném bloku.

Částečně vyvážených mříží lze sestavit velké množství. "Nejmenší" je tzv. dvojité mříž, tj. mříž s pouhými dvěma opakováními, tj. s nejmenším možným počtem opakování, při jakém je ještě možná statistická analýza (odhad "experimentální chyby" čili reziduálního rozptylu, testy významnosti, atd.)<sup>2)</sup>

Na rozdíl od vyvážené mříže (která pro některá  $k$  neexistuje, viz 9.1.), dvojitou mříž lze sestavit pro libovolný počet ošetření rovný čtverci přirozeného čísla, tj. i pro 36, 100 a 144 (což jsou počty ošetření, pro něž vyvážená mříž není známa). Konstrukce plánu dvojité mříže je - podobně jako u vyvážené mříže - poměrně komplikovaná. Jde totiž o to, dosáhnout co nejvyššího stupně "vyváženosti", když už není možná úplná. Proto je výhodné i zde se uchýlit k tabelovaným plánům. Pro plány, pro něž jsou tabelovány vyvážené mříže, se jednoduše použije prvních dvou opakování příslušné vyvážené mříže. Pro hodnoty  $k$ , pro které není znám vyvážený mřížový plán, se použije prvních dvou opakování z libovolného mřížového plánu vícenásobného (trojitá mříž, čtyřnásobná mříž, atd.).

Trojitá mříž je mříž se třemi opakováními. Plány se vybírají buď jako první tři opakování z tabelovaných vyvážených plánů nebo jako první tři opakování z tabelovaných plánů s počtem opakování větším nebo rovným 3.

Čtyřnásobná mříž, tj. mříž se čtyřmi opakováními, se získá buď dvojí aplikací dvojité mříže nebo použitím prvních čtyř opakování z tabelovaných plánů vyšších rozměrů.<sup>3)</sup>

Plány s vyšším počtem opakování se sestaví několikerým použitím plánů s nižším počtem opakování, např. čtvercová mříž s šesti opakováními vznikne dvojnásobným použitím trojité mříže, mříž s osmi opakováními buď dvojnásobným použitím čtyřnásobné nebo čtverým použitím dvojité mříže, atd.

Je nutno zdůraznit, že slova "tabelovaný plán", "opakované použití plánu" neznamenají např. stejnou konfiguraci pokusných jednotek a ošetření na nich aplikovaných. Plán obsahuje jen účelné rozdělení ošetření do bloků. Přiřazení jednotlivých ošetření jednotlivým experimentálním jednotkám v bloku se určuje v každém bloku náhodně a pořadí bloků uvnitř opakování je také náhodné. Představme si např., že chceme založit pokus s 16 proveniencemi ( $k=4$ ) metodou dvojité mříže. Použijme tedy prvních dvou opakování z odpovídajícího vyváženého plánu uvedeného v tab. XXIII. V půdorysném plánu jsou po znáhodnění proveniencí uspořádány v tab. XXVIII. Bloky je třeba tvořit tak, aby byly co nejvíce homogenní, aby jednotky uvnitř jednoho

2) V anglicky psané literatuře se tyto plány často nazývají - poněkud nelogicky - "simple lattice", tj. jednoduchá mříž.

3) Čtyřnásobné čtvercové mříže je použito např. v práci Šindeláře (1974) pro srovnání 36 proveniencí ( $k=6$ ), z níž jsme použili malého úseku pro numerický příklad v paragrafu 9.2.

bloku měly v co největší míře stejné vlastnosti. Podobně do jednoho opakování se zařazují bloky mezi sebou co nejvíce podobné. Statistická analýza výsledků pokusu založeného v částečně vyvážené mříži s  $r$  opakováními probíhá - až na některé odchylky - podobně jako u vyvážených mřížových uspořádání.

Především se vypočtou součty výsledků pro každé ošetření  $Y_j$  ( $j = 1, 2, \dots, k^2$ ), dále součty výsledků v každém bloku  $Y_i$  ( $i = 1, 2, \dots, kr$ ), součty všech výsledků v každém opakování  $R_p$  ( $p = 1, 2, \dots, r$ ) a celkový součet  $Y$ . Dále se vypočte pro každý blok součet hodnot  $Y_j$  přes všechna  $j$  (přes všechna ošetření ze všech opakování) do bloku zařazená, zmenšený o  $r$ -násobek blokového součtu, tj.

$$C_{.i} = \sum_{j=1}^{k^2} Y_{.j} \chi_{ij} - rY_i, \quad i = 1, 2, \dots, kr,$$

kde:  $\chi_{ij} = 1$ , když  $j$  - té ošetření na  $i$ -tém bloku je a  $\chi_{ij} = 0$ , když  $j$  - té ošetření na  $i$  - tém bloku není. Tyto součty se počítají pro každé opakování zvlášť. Potom se stanoví součty veličin  $C_i$  přes všechna opakování, které označíme jako  $S_p$ , přičemž platí

$$\sum_{p=1}^r S_p = 0.$$

#### XXVIII. Schéma částečně vyvážené dvojité mříže 4 x 4

| Blok | Opakování 1 |    |    |    |
|------|-------------|----|----|----|
| 1    | 3           | 2  | 1  | 4  |
| 2    | 15          | 13 | 16 | 14 |
| 3    | 7           | 6  | 8  | 5  |
| 4    | 11          | 12 | 10 | 9  |

| Blok | Opakování 2 |    |    |    |
|------|-------------|----|----|----|
| 5    | 9           | 1  | 13 | 5  |
| 6    | 3           | 11 | 7  | 15 |
| 7    | 12          | 8  | 16 | 4  |
| 8    | 2           | 10 | 14 | 6  |

Součty čtverců potřebné pro sestavení tabulky analýzy rozptylu pak jsou:

- pro rozdíly mezi ošetřeními

$$S_o = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^{k^2} Y_{.j}^2 - \frac{1}{k^2 r} Y^2$$

- pro rozdíly mezi opakováními

$$S_r = \frac{1}{k^2} \sum_{p=1}^r R_p^2 - \frac{1}{k^2 r} Y^2$$

| Zdroj variability                       | Součet čtverců | Stupně volnosti | Rozptyl                       |
|-----------------------------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| Ošetření                                | $S_o$          | $k^2 - 1$       | nepočítá se                   |
| Opakování                               | $S_r$          | $r - 1$         | nepočítá se                   |
| Bloky uvnitř opakování                  | $S_b$          | $r(k - 1)$      | $E_b = S_b / [r(k - 1)]$      |
| Reziduum (mezi jednotkami uvnitř bloků) | $S_e$          | $(k-1)(rk-k-1)$ | $E_e = S_e / [(k-1)(rk-k-1)]$ |
| Celkem                                  | $S$            | $rk^2 - 1$      | nepočítá se                   |

- pro rozdíly mezi bloky uvnitř opakování

$$S_b = \frac{1}{kr(r-1)} \sum_{i=1}^{kr} C_i^2 - \frac{1}{k^2 r(r-1)} \sum_{p=1}^r S_p^2$$

- celkový součet čtverců

$$S = \sum_{j=1}^{k^2} \sum_{p=1}^r y_{jp}^2 - \frac{1}{k^2 r} Y^2$$

Součet čtverců  $S_e$  pro variabilitu jednotek uvnitř bloku (tj. pro experimentální chybu čili reziduální součet čtverců) se získá doplněním, tj.

$$S_e = S - S_o - S_r - S_b.$$

Tabulka analýzy variance má pak tvar patrný z tab. XXIX. Z výsledků této tabulky se vypočte opět korekční faktor  $\mu$  (potřebný k opravě součtů a průměru ošetření o vliv bloků, na kterých byla příslušná ošetření aplikována):

$$\mu = \frac{E_b - E_e}{k(r-1)E_b}$$

Stejně jako při vyvážených mřížových plánech, je-li  $E_b \leq E_e$ , tj.  $\mu \leq 0$ , považují se bloky za velmi homogenní a klade se  $\mu = 0$ , tj. žádná korekce se neprovádí. Je-li

$\mu > 0$ , vypočtou se korigované součty výsledků pro ošetření

$$Y'_{.j} = Y_{.j} - \mu \sum_{i=1}^{kr} \chi_{ij} C_i$$

$\chi_{ij} = 1$ , když  $j$ -té ošetření bylo aplikováno na  $i$ -tém bloku a jinak  $\chi_{ij} = 0$  / a korigované průměry

$$\bar{y}'_{.j} = Y'_{.j} / r$$

Korigované průměry  $\bar{y}'_{.j}$  jsou nejlepšími odhady středních hodnot výsledků jednotlivých ošetření. Rozptyl korigovaného průměru (potřebný ke konstrukci intervalu spolehlivosti pro střední hodnotu) se odhadne jako

$$\text{Var}(\bar{y}'_{.j}) = [1 + (r-1)\mu] E_e / r$$

U rozptylu pro rozdíl dvou korigovaných průměrů  $\bar{y}'_{.m}, \bar{y}'_{.n}$  záleží na tom, zda jde o ošetření, která se vyskytla ve stejném bloku či o ošetření, která jsou z různých bloků. V prvním případě (ošetření ze stejného bloku) je

$$\text{Var}(\bar{y}'_{.m} - \bar{y}'_{.n}) = 2 E_e [1 + (r-1) \mu] / r,$$

ve druhém (ošetření z různých bloků)

$$\text{Var}(\bar{y}'_{.m} - \bar{y}'_{.n}) = 2 E_e [1 + r \mu] / r,$$

Podobně jako u vyvážených mřížových plánů, tabulka analýzy variance nedává možnost uskutečnit  $F$ -test pro globální hypotézu nulových efektů ošetření na základě korigovaných součtů. Jsou-li rozdíly mezi bloky uvnitř opakování malé (tj.  $E_b \leq E_e$  čili  $\mu \leq 0$ ), pak je ovšem přípustný  $F$ -test nekorigovaného  $S_o$  proti  $S_e + S_b$ . Příslušná statistika je

$$F = \frac{S_o / (k^2 - 1)}{(S_b + S_e) / [(k^2 - 1)(r - 1)]}$$

a má rozložení  $F$  s  $k^2-1$  a  $(k^2-1)(r-1)$  stupni volnosti. V případě značných rozdílů mezi bloky ( $E_b$  je podstatně větší než  $E_e$ ) je konstrukce statistiky  $F$  pro test nulových efektů ošetření složitější. V tom případě je nutno nejdříve vypočítat nekorigovaný součet čtverců pro bloky, tj.

$$B_n = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{kr} Y^2_{.i} - \frac{1}{k^2} \sum_{p=1}^r R_p^2$$



Od součtu čtverců pro rozdíly mezi ošetřeními se odečte veličina

$$k(r-1)\mu \left[ \frac{r}{(r-1)(1+r\mu)} B_n - E_b \right].$$

Výsledný součet čtverců se pak testuje proti reziduálnímu součtu čtverců pomocí statistiky  $F$  s  $k^2-1$  a  $(k-1)(rk-k-1)$  stupni volnosti.

K ilustraci průběhu analýzy použijeme podobného příkladu jako v paragrafu 9.2., avšak s jinými daty.

**Příklad 14:** Předpokládejme opět, že byl proveden pokus za účelem porovnání  $k^2=9$  proveniencí, tentokrát však metodou dvojité mříže  $3 \times 3$ . Výsledky (naměřené výšky ve věku 15 let) jsou uvedeny v tab. XXX. V tab. XXX a XXXI jsou už zároveň uvedeny výsledky některých dílčích výpočtů.

Pro ilustraci postupu výpočtu veličin  $C_i$  uvádíme:

$$C_i = 11,61 + 11,91 + 12,34 - 2.18,11 = -0,36.$$

Součty čtverců pro analýzu variance jsou:

$$S_o = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^9 Y_j^2 - \frac{1}{18} Y^2 = \frac{1485,81}{2} - \frac{13254,916}{18} = 742,905 - 736,384 = 6,521$$

$$S_r = \frac{1}{9} \sum_{p=1}^2 R_p^2 - \frac{1}{18} Y^2 = 736,641 - 736,384 = 0,257$$

$$S_b = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 C_i^2 - \frac{1}{18} Y^2 = S_p^2 = 1,051 - 0,51484 = 0,537$$

$$S = \sum_{j=1}^9 \sum_{p=1}^2 y_{jp}^2 - \frac{1}{18} Y^2 = 744,392 - 736,384 = 8,008$$

Reziduální součet čtverců je

$$S_e = 8,008 - 6,521 - 0,257 - 0,537 = 0,693.$$

XXX. Průměrné výšky 15letých borovic 9 různých proveniencí (provenience jsou uvedeny v závorkách) s dílčími výsledky

| Blok<br>$I$ | Replikace 1 |             |             | $Y_i$ | $C_i^{(1)}$ |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|
| 1           | (1)<br>5,75 | (2)<br>6,07 | (3)<br>6,29 | 18,11 | -0,36       |
| 2           | (4)<br>5,71 | (5)<br>8,04 | (6)<br>5,76 | 19,51 | -1,31       |
| 3           | (7)<br>6,43 | (8)<br>7,41 | (9)<br>7,18 | 21,02 | -0,48       |

$$R_1 = 58,64 \quad -2,15 = S_1$$

| Blok<br>$I$ | Replikace 2 |             |             | $Y_i$ | $C_i^{(2)}$ |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|
| 4           | (2)<br>5,84 | (7)<br>6,73 | (6)<br>6,13 | 18,70 | -0,44       |
| 5           | (9)<br>6,70 | (5)<br>6,53 | (1)<br>5,86 | 19,09 | 1,88        |
| 6           | (3)<br>6,05 | (4)<br>5,54 | (8)<br>7,11 | 18,70 | 0,71        |

$$R_2 = 56,49 \quad 2,15 = S_2$$

XXXI. Součty  $Y_j$  výsledků jednotlivých proveniencí před úpravou (čísla v závorkách značí provenience)

|     |       |     |       |     |       |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| (1) | 11,61 | (2) | 11,91 | (3) | 12,34 |
| (4) | 11,25 | (5) | 14,57 | (6) | 11,89 |
| (7) | 13,16 | (8) | 14,52 | (9) | 13,88 |

Z tab. XXXII je patrné, že v příkladu nastala stejná situace jako v příkladu předcházejícím: Reziduální rozptyl (tj. rozptyl "uvnitř bloků") vyšel větší než rozptyl mezi bloky "očistěný" od vlivu rozdílů mezi proveniencemi. To znamená, že celý pozemek byl velmi homogenní a není tudíž nutno uplatňovat korekční faktor. Analýzu lze provést tak, jakoby každé opakování tvořilo jeden blok - spojit součet čtverců charakterizující rozdíly mezi bloky a reziduální součet čtverců v jediný (s 8 stupni volnosti) a proti němu testovat významnost součtu čtverců charakterizující rozdíly mezi proveniencemi (tab. XXXIII.). Pozorovaná hodnota statistiky F s 8 a 8

### XXXII. Analýza variance výšek borovice lesní 9 proveniencí

| Zdroj variability | Součet čtverců | Stupně volnosti         | Rozptyl       |
|-------------------|----------------|-------------------------|---------------|
| Provenience       | 6,521          | $3^2 - 1 = 8$           | -             |
| Opakování         | 0,257          | $2 - 1 = 1$             | -             |
| Bloky             | 0,537          | $2(3 - 1) = 4$          | $E_b = 0,134$ |
| Reziduum          | 0,693          | $(3-1)(6-3-1) = 4$      | $E_e = 0,173$ |
| Celkem            | 8,008          | $2 \times 3^2 - 1 = 17$ | -             |

stupni volnosti překračuje tabelovanou kritickou hodnotu odpovídající 5% hladině významnosti (dokonce i 2,5% hladině významnosti). Rozdíly mezi proveniencemi lze tedy považovat za prokázané.

### XXXIII. Analýza variance dat z tab. XXXII (bez bloků)

| Zdroj variability | Součet čtverců | Stupně volnosti | Rozptyl | F     |
|-------------------|----------------|-----------------|---------|-------|
| Provenience       | 6,521          | 8               | 0,815   | 5,292 |
| Opakování         | 0,257          | 1               | 0,257   | -     |
| Reziduum          | 1,230          | 8               | 0,154   | -     |
| Celkem            | 8,008          | 17              | -       | -     |

Rozptyl rozdílu mezi libovolnými dvěma průměry je

$$\text{Var}(\bar{y}_m - \bar{y}_n) = \frac{2E_e}{2} = 0,154.$$

Směrodatná odchylka je pak  $\sqrt{0,154} \doteq 0,39$ . S užitím této směrodatné odchylky a tabelovaných kritických hodnot Studentova  $t$  - rozložení při 8 stupních volnosti bychom také sestrojili např. intervaly spolehlivosti pro rozdíly mezi středními výškami proveniencí nebo testovali významnost rozdílů mezi průměry (pokud bychom se nerozhodli pro některou z metod mnohonásobných srovnání z kapitoly 8).

Příklad také ukazuje jednu nevýhodu dvojité mříže při malém počtu srovnávaných experimentálních kategorií (zde jimi byly provenience), vychází totiž příliš nízký počet stupňů volnosti pro reziduální součet čtverců, což velmi oslabuje testy významnosti a

rozšiřuje intervaly spolehlivosti. Dvojitá mříž se uplatní teprve pro experimenty, v nichž se srovnává 25 nebo více ošetření.

**Příklad 15 :** Představme si, že by v předchozím analyzovaném příkladě vyšly všechny součty (pro provenience, opakování s bloky) i ostatní pomocné veličiny  $C$ ,  $R$ ,  $S$  úplně stejně jako dříve, avšak celkový součet čtverců by dal 7,531 (místo 8,008). Pak bychom měli reziduální součet čtverců rovný

$$S_e = 7,531 - 6,521 - 0,257 - 0,537 = 0,216 \quad \text{při 4 stupních volnosti}$$

a reziduální rozptyl tedy

$$E_e = 0,216/4 = 0,054.$$

Rozdíl mezi rozptylem mezi bloky a reziduálním by byl kladný, takže by byla na místě složitější analýza s užitím korekce rozdílů mezi bloky. Korekční faktor  $\mu$  by byl

$$\mu = \frac{E_b - E_e}{k(r-1)E_b} = \frac{0,134 - 0,054}{3(2-1) \cdot 0,134} = 0,090 / 0,402 \doteq 0,224.$$

Korigované součty výsledků za jednotlivé provenience by pak byly :

$$\begin{aligned} Y'_1 &= 11,61 - 0,224(-0,36) - 0,224 \cdot 1,88 \doteq 11,34 \\ Y'^2_1 &= 11,91 - 0,224(-0,36) - 0,224(-0,44) \doteq 12,09 \\ Y'_3 &= 12,34 - 0,224(-0,36) - 0,224 \cdot 0,71 \doteq 12,26 \end{aligned}$$

a podobně vypočteme

$$\begin{aligned} Y'_1 &= 11,38 & Y'_6 &= 12,28 & Y'_8 &= 14,47 \\ Y'_5 &= 14,44 & Y'_7 &= 13,37 & Y'_9 &= 13,57 \end{aligned}$$

Je vidět, že součty se korekcí příliš radikálně nezměnily a také odhady středních výšek nebudou tedy příliš odlišné, zato rozptyly těchto odhadů se o něco zvětší, budou rovny

$$\text{Var}(\bar{y}'_{..}) = [1 + (r-1)\mu] E_e / r = (1 + 0,224) \cdot 0,054 / 2 = 0,033,$$

tj. asi o 20% větší než by byl bez korekce, neboť  $\text{Var}(\bar{y}_{..}) = 0,054/2 = 0,027$ . Rozptyl rozdílů mezi průměry výšek proveniencí, které se vyskytly na stejném bloku bude

$$\text{Var}(\bar{y}'_{..m} - \bar{y}'_{..n}) = 2E_e [1 + (r-1)\mu] / r = 0,054 [1 + 0,224] = 0,0661$$

a rozptyl rozdílů mezi korigovanými průměry výšek proveniencí, které se na stejném bloku nevyskytly

$$\text{Var}(\bar{y}'_{..m} - \bar{y}'_{..n}) = 2E_e (1 + r\mu) / r = 0,054 (1 + 0,448) = 0,0782.$$

Odpovídající směrodatné odchylky jsou

$$\sqrt{0,0661} \doteq 0,257 \quad \text{a} \quad \sqrt{0,0782} \doteq 0,280$$

První je aplikovatelná např. na rozdíly  $\bar{y}'_{.1} - \bar{y}'_{.2}$ ,  $\bar{y}'_{.1} - \bar{y}'_{.3}$ ,  $\bar{y}'_{.1} - \bar{y}'_{.5}$ , druhá např. na rozdíly  $\bar{y}'_{.2} - \bar{y}'_{.3}$ ,  $\bar{y}'_{.2} - \bar{y}'_{.5}$  atd.

Pro globální test nulového efektu proveniencí vypočítáme nejdříve "nekorigovaný součet čtverců mezi bloky"

$$B_n = \frac{1}{3} (18,11^2 + 19,51^2 + 21,02^2 + 18,70^2 + 19,09^2 + 18,70^2) - \frac{1}{9} (58,64^2 + 56,49^2) = 738,0869 - 736,6411 = 1,4458$$

a opravu součtu čtverců pro rozdíly mezi proveniencemi

$$3(2-1)0,224 \left[ \frac{2}{(2-1)(1+0,448)} 1,4458 - 0,537 \right] = 0,98109$$

"Opravený" součet čtverců pro rozdíly mezi proveniencemi pak je

$$6,521 - 0,981 = 5,540$$

a test **F** pro hypotézu nulových efektů mezi proveniencemi provedeme podle zkrácené tabulky analýzy variance (tab. XXXIV). Zjištěná hodnota statistiky **F** překračuje 2,5% kritickou hodnotu **F** při 8 a 4 stupních volnosti, lze tedy považovat rozdíly mezi proveniencemi za signifikantní.

XXXIV. Tabulka analýzy variance v případě kladného korekčního faktoru ( $>0$ )

| Zdroj variability | Součet čtverců | Stupně volnosti | Rozptyl | F      |
|-------------------|----------------|-----------------|---------|--------|
| Provenience       | 5,540          | 8               | 0,6925  | 12,824 |
| Reziduum          | 0,216          | 4               | 0,0540  | -      |

## 10. SÍLA TESTU ANALÝZY VARIANCE

Zavedení pojmu síly <sup>1)</sup> testu je - obecně řečeno - důležité pro výběr kritérií a volbu kritických oborů při ověřování statistických hypotéz. Proto se zde aspoň okrajově zmíníme o síle testu analýzy variance. Všechny použité pojmy jsou podrobně vysvětleny P á v (1978).

1) Někdy se též používá termínu mohutnost

Pro srovnání kritických oborů  $I$  (kritickým oborem je množina výběrů, které vedou k zamítnutí testované hypotézy) je nutno uvažovat alternativní hypotézu  $H$ . Při ověřování testované hypotézy  $H$  oproti její alternativě  $\bar{H}$  se můžeme dopustit chyby dvojího druhu:

1. zamítneme hypotézu  $H$ , je-li správná,
2. přijmeme hypotézu  $H$ , není-li správná, tj. je-li správná alternativa  $\bar{H}$ .

Pravděpodobnost chyby prvního druhu je pravděpodobnost, že při správnosti testované hypotézy  $H$  testovací kritérium  $K$  nabude některé hodnoty z kritického oboru  $I$ . Hladina významnosti  $\alpha$  není nic jiného než předem stanovená číselná hodnota pravděpodobnosti chyby prvního druhu, jíž jsme ochotni připustit při ověřování hypotézy.

Pravděpodobnost chyby druhého druhu, kterou značíme jako  $\beta$ , je pravděpodobnost, že při správnosti alternativní hypotézy  $\bar{H}$ , uvažované testovací kritérium  $K$  nenabude žádné hodnoty z kritického oboru  $I$ .

Nechť  $I_1$  a  $I_2$  jsou dva kritické obory pro test hypotézy  $H$  oproti alternativě  $\bar{H}$ . Předpokládáme, že obory mají stejnou hladinu významnosti  $\alpha$  a chyby druhého druhu  $\beta_1$  a  $\beta_2$ . Jsou-li  $\beta_1 = \beta_2$ , jsou kritické obory  $I_1$  a  $I_2$  stejně silné a jim odpovídající testy jsou ekvivalentní. Je-li  $\beta_1 < \beta_2$ , je kritický obor  $I_1$  silnější než  $I_2$  a je pro test hypotézy  $H$  oproti alternativě  $\bar{H}$  příznivější, neboť při stejné velikosti pravděpodobnosti chyby prvního druhu je při něm pravděpodobnost chyby druhého druhu menší než při oboru  $I_2$ . Je-li  $\beta_1 > \beta_2$ , je kritický obor  $I_2$  silnější než  $I_1$  a je pro test hypotézy  $H$  příznivější.

Pro demonstraci výpočtu síly testu analýzy variance vrátíme se k příkladu 3 v kapitole 3 (Znáhodněné bloky).

Experiment se třemi spony byl opakován na 2 blocích. Střední hodnota na bloku  $i$  a na sponu  $j$  je dána obecně výrazem

$$E(y_{ij}) = m + m_{.i} + m_{.j} \quad \left( \sum_{i=1}^{r_1} m_{.i} = 0 \quad \text{a} \quad \sum_{j=1}^{r_2} m_{.j} = 0 \right).$$

Nejprve budeme uvažovat tzv. nulovou hypotézu

$$H: m_{.j} = 0 \quad \text{pro } j = 1, 2, \dots, r_2.$$

Při platnosti hypotézy  $H$  je pro všechna pozorování bloku  $i$

$$E(y_{ij}) = m + m_{.i} \quad \left( \sum_{i=1}^{r_1} m_{.i} = 0 \right).$$



$$E(y_{ij}) = m + m_i + m_j,$$

přičemž platí

$$\sum_{i=1}^{r_1} m_i = 0, \quad \sum_{j=1}^{r_2} \bar{m}_j = 0, \quad \sum_{j=1}^{r_2} \bar{m}_j^2 > 0.$$

T a n g (1938) tabeloval hodnoty funkce

$$\Phi = \sqrt{\frac{r_1 \sum_{j=1}^{r_2} \bar{m}_j^2}{r_2 s^2}}, \quad (45)$$

pro něž a pro stupně volnosti  $f_1 = r_1 - 1$  a  $f_2 = (r_1 - 1)(r_2 - 1)$  a pro zvolenou hladinu významnosti  $\alpha$  najdeme příslušnou hodnotu pravděpodobnosti chyby druhého druhu

V našem konkrétním případě testujeme hypotézu

$$H: m_{.1} = 0, \quad m_{.2} = 0, \quad m_{.3} = 0$$

oproti alternativě

$$\bar{H}: \bar{m}_{.1} = -\frac{1}{2}, \quad \bar{m}_{.2} = 0, \quad \bar{m}_{.3} = \frac{1}{2}$$

V alternativní hypotéze jsme anulovali druhý sponový efekt s prostřední hustotou porostu (2222 stromů na 1 ha). Podle trendu, který nám také vykazuje experimentální materiál (tab. III c), reprezentuje sponový efekt s dvojnásobným zvýšením hustoty porostu (4444 stromů na 1 ha) snížení průměrné výšky asi o 0,5 m a naopak se snížením hustoty porostu 2222 stromů na 1 ha na polovinu (tj. 1111 stromů na 1 ha) znamená sponový efekt zvýšení průměrné výšky asi o 0,5 m.

Podle vzorce (45) je

$$\Phi = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,5}{3 \cdot 0,0115}} = 5,38.$$

Za rozptyl  $s^2$  jsme dosadili z tab. IV c jeho maximálně věrohodný odhad

$$\frac{Q_2}{(r_1 - 1)(r_2 - 1)} = 0,0115.$$

Z Tangových tabulek pro  $f_1 = 2 - 1 = 1$  a  $f_2 = (3 - 1)(2 - 1) = 2$  a  $\Phi = 5,38$  nacházíme pro hladinu významnosti  $\alpha = 0,01$  hodnotu pravděpodobnosti chyby druhého druhu  $\beta = 0,60$  a pro hladinu významnosti  $\alpha = 0,05$  hodnotu pravděpodobnosti druhého druhu  $\beta = 0,08$ . Z výsledků vidíme, že náš test proti uvažované alternativě je při 5% hladině významnosti silný, ale při 1% hladině významnosti poměrně slabý. Zde je patrna vazba chyb prvního a druhého druhu. Z příkladu také vidíme, že chybu druhého druhu můžeme zmenšit především tak, že volíme "rozumnou" hladinu významnosti.

## ZÁVĚR

V článku jsme si vysvětlili podstatu mřížového uspořádání pokusu - vyvážených, jednoduchých a vícenásobných mříží a jejich analýzu. Jde o uspořádání zahrnující velký počet "ošetření", který se zvláště v lesnictví často vyskytuje. Jednotlivé typy těchto plánů jsou názorně demonstrovány na příkladu z genetiky. V poslední kapitole bylo pojednáno ještě o otázce síly testu analýzy variance.

V současné době existuje již řada standardních programů v zahraničí, ale i v naší literatuře, které umožňují využít počítačové techniky pro popsání metody v našich pěti článcích. Z bohaté literatury pro informaci uvádíme alespoň tyto:

O l e h l a - V ě c h e t - O l e h l a : Řešení úloh matematické statistiky ve fortranu (1982)

S h a r p : Pocket Computer - Applications Manual (1984)

## Literatura

COCHRAN, W. G. - COX, G. M.: Experimental Designs. John Wiley and Sons New York, 1957.

COX, D. R.: Planning of Experiments. John Wiley and Sons New York, 1958.

FINNI, D.: Vvedenie v teoriju planirovanija experimentov. Nauka Moskva, 1970

MARKOVA, E. V. - LISENKOV, A. N.: Planirovanie experimenta v uslovijach neodnorodnostej. Nauka Moskva, 1973.

OLEHLA, M. - VĚCHET, V. - OLEHLA, J.: Řešení úloh matematické statistiky ve fortranu. NADAS Praha, 1982.

PÁV, B.: Matematická statistika v lesnictví. Příloha Lesnictví, 24, 1978, č. 7, s. 21-30.

SHARP: Pocket Computer - Applications Manual. Sharp Corporation Osaka Japan, 1984.

ŠINDELÁŘ, J.: Návrh metodických postupů ověřování porostů uznaných ke sklizni osiva testy potomstev. [Dílčí závěrečná zpráva.] VULHM Jíloviště-Strnady, 1974.

TANG, P. C.: The power function of the analysis of variance tests with tables and illustration of their use. Stat. Res. Mem. II. 1938.

## Adresa autorů:

Ing. Josef M a c h e k, CSc., Matematicko-fyzikální fakulta Sokolovská 83, 180 00 Praha 8 - Karlín

Ing. et ing. Bohdan P á v, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště - Strnady, 156 0 Praha 516