

## PRODUKČNÉ DOPADY VÝBERU TESTOVANÝCH PROVENIENCIÍ SMREKOVCA OPADAVÉHO

JAROSLAV KOBLIHA, MARTIN SLÁVIK,  
VLADIMÍR HYNEK, RÓBERT MARUŠÁK  
*Česká zemědělská univerzita Praha, Fakulta lesnická a dřevařská,  
Kamýcká 129, CZ – 165 21 Praha 6*

KOBLIHA J., SLÁVIK, M., HYNEK, V., MARUŠÁK, R.: Production impacts of European larch tested provenances selection. *Lesn. Čas. – Forestry Journal*, **56**(1): 17 – 30, 2010, 3 fig., tab. 10, ref. 9. Original paper. ISSN 0323 – 10468

The work evaluates production ability of individual European larch provenances on permanent experimental plot Truba on the basis of height and diameter growth and volume production. Observed provenances were compared with concrete larch trees growing under the same site conditions.

**Key words:** *growth, production, economic efficiency, forest tree breeding, European larch*

V predloženej práci sa hodnotia produkčné schopnosti jednotlivých autochtónnych i alochtónnych proveniencií smrekovca opadavého na trvalej výskumnej ploche (TVP) Truba na základe výškového, hrúbkového rastu a objemovej produkcie. Sledované proveniencie boli porovnávané s konkrétnymi, rovnako starými smrekovcami z voľného opelenia, rastúcimi na vhodných stanovištných podmienkach.

**Kľúčové slová:** *rast, produkcia, ekonomická efektívnosť, šľachtenie lesných drevín, smrekovec opadavý*

### 1. Úvod

V súčasnom období sa smrekovec opadavý vyskytuje, respektíve sa prirodzene vyskytoval, predovšetkým vo vysokohorských oblastiach strednej Európy, najmä v Alpách a v Karpatoch, prípadne v nižšie položených podhorských oblastiach severných predhorí poľských Karpát a podhorských oblastí Bruntálska západne od Hrubého Jeseníku.

Vzhľadom k tomu, že areál prirodzeného rozšírenia smrekovca má disjunkčný charakter a jednotlivé jeho výskyty boli navzájom oddelené spoločnosťami iných drevín vytváral pomerne izolované oddelené populácie. Smrekovec preto prirodzene vytvára vyhranené ekotypy, líšiace sa od seba nielen biologickými vlastnosťami ale aj morfológickými znakmi. Často sa rôznia habitom, spôsobom tvorby konárov, tvarom aj priamou kmeňa, štruktúrou dreva, veľkosťou aj sfarbením jadra, tvarom borky,

rýchlosťou rastu, nárokmi na svetlo, fenologickými javmi (pučanie, kvitnutie, plodenie), odolnosťou voči biotickým a abiotickým činiteľom (SLÁVIK 2006).

FÉR s POKORNÝM (1993) vylišujú nasledujúce ekotypy smrekovca opadavého v rámci Európy:

#### *Alpy*

- Smrekovec raetický – stredné Alpy (600 – 1 800 m n. m.).
- Smrekovec tyrolský – horské pásmo východných Álp.
- Smrekovec norický – podhorské polohy východného okraja Álp (250 – 800 m n. m.).
- Smrekovec jesenícký (sudetský) – malá oblasť na severovýchodných svahoch Jeseníkov, s ťažiskom rozšírenia v okolí Bruntálu (350 – 700 m n. m.).
- Smrekovec tatranský – nad hornou hranicou lesa (1 200 – 1 500 m n. m.) alebo v lesnatom pásme na strmých vápencových a dolomitových svahoch (reliktné výskyty z vápencových skál – zvláštny edafotyp so slabším vzrastom).
- Smrekovec šarišský – východná časť tatranského areálu (400 – 800 m n. m.).
- Smrekovec poľský – severné predhorie Karpát (zvlášť Slovenských Beskýd) na sever cez pahorkatiny až k Varšave (200 – 600 m n. m.) s centrom rozšírenia v oblasti Lysé Gory a Svätokrížskych hôr, toleruje vyššie zatienenie a väčšie sucho.
- Smrekovec rumunský – pomalý rast, priame kmene.

Sibír – je považovaný za samostatný druh (*Larix sibirica*).

Smrekovec opadavý sa stáva v širšom kontexte drevinou žiadanou, nielen pre jeho známe a pomerne dostatočne popularizované melioračné vlastnosti, ale i z hľadiska zvyšujúceho sa dopytu po vysoko kvalitnej drevnej hmote tejto dreviny.

Jednou z možností významného nárastu produkcie drevnej hmoty je využitie genetiky vysoko vhodného – šľachteného materiálu. Šľachtenie lesných drevín uplatňuje poznatky lesníckej genetiky a tieto využíva k zvyšovaniu produkcie drevnej hmoty, k zvýšeniu konkrétnych podielov kvalitatívne hodnotnejších sortimentov, prípadne k produkcii sortimentov na základe potrieb odberateľa. Rovnako môže byť šľachtenie lesných drevín upriamené na zvyšovanie odolnosti lesných drevín k rôznym abiotickým i biotickým faktorom, chorobám, proti pôsobeniu škodcov a k získavaniu alebo posilňovaniu ich ďalších vlastností. Aby šľachtenie bolo efektívne, je nevyhnutné sústrediť šľachtiteľské aktivity do šľachtiteľských programov, ktoré spočívajú v opakujúcich sa šľachtiteľských cykloch, pričom vlastná efektivita šľachtiteľských programov závisí od počtu realizovaných šľachtiteľských cyklov. Už po prvom cykle je možné pri celom rade hospodárskych znakov generovať genetický zisk okolo 12 % a po druhom cykle dokonca okolo 25 % (LI *et al.* 2000).

Lesné dreviny sú vo všeobecnosti charakterizované vysokým stupňom vnútrodruhovej genetickej premenlivosti a mnoho komerčne zaujímavých znakov sa vyznačuje relatívne vysokým stupňom dedivosti (CORNELIUS 1994), ktorá umožňuje ekonomicky efektívnu šľachtiteľskú činnosť.

V krajinách strednej Európy zatiaľ nebol realizovaný žiadny výskum, ktorý by sa zaoberal možnosťami ekonomického prínosu šľachtenia lesných drevín, či už vo všeobecnosti, alebo jednotlivých šľachtiteľských programov a stratégií.

## 2. Materiál a metodika

### 2.1. Miesto založenia pokusu

Trvalá výskumná plocha bola založená v blízkosti šľachtiteľskej stanice FLD ČZU v Prahe, v Kostelci nad Černými lesy v prírodnej oblasti 10 – Stredočeská pahorkatina. Jej nadmorská výška je asi 365 m n. m., v miernom svahu severnej expozície. Sklon svahu je približne 1,5 – 2,5 %. Vegetačné obdobie tu trvá 166 dní, priemerná ročná teplota je 7,7 °C, ročný úhrn zrážok predstavuje 697 mm. Plocha sa nachádza na geologickom podloží kvádrové pieskovce a zlepenice. Pôdnym typom je sprašová hlina.

Plocha bola založená 20. – 30. marca 1961 dvojročnými a trojročnými škôlkovanými sadenicami smrekovca ako čiastková výskumná plocha II. medzinárodného provenienčného pokusu IUFRO so smrekovcom opadavým. Na ploche bolo vysadených 28 rôznych proveniencií, ktorých označenie a pôvod sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Zoznam proveniencií smrekovca opadavého na TVP Truba  
Table 1. List of European Larch provenances, locality Truba

Proveniencia <sup>1)</sup>		Krajina pôvodu <sup>2)</sup>	Oblasť pôvodu <sup>3)</sup>	Skupina proveniencií <sup>4)</sup>
Číslo <sup>5)</sup>	Označenie <sup>6)</sup>			
2	Schönwies	Rakúsko	Vnútorne Alpy	Tyroly
7	Langdau		Severná medziľahlá alpská zóna	Severné Alpy
8	Semmering		Severná medziľahlá alpská zóna	Severné Alpy
9a	Lammerau		Severovýchodný okraj Álp	Severovýchodné Alpy
15	Bruneck-Ahrntal	Taliansko	Južné Tyrolsko	Tyroly
16	Cavalese		Juhovýchodný okraj Álp	Juhovýchodné Alpy
17	Pergine-Laresotti		Juhovýchodný okraj Álp	Juhovýchodné Alpy
18	Tenna		Juhovýchodný okraj Álp	Juhovýchodné Alpy
19	Pergine-Selvit		Juhovýchodný okraj Álp	Juhovýchodné Alpy
21	Pragelato		Juhozápadné Alpy	Juhozápadné Alpy
23	Embrum-Aigulles	Francúzsko	Francúzske západné Alpy	Juhozápadné Alpy
26	Briancon		Francúzske západné Alpy	Juhozápadné Alpy
34	Neumünster	Nemecko	Šlesvicko-Holštajnsko	neznámy pôvod
37	Krnov-Hošťálkovy	ČR	Predhorie Veľkého Jeseníku	Jesenický smrekovec autochtónny
39	Zábřeh-Dubicko		Zábřežanské kryštalinikum	Jesenický smrekovec autochtónny
40	Ruda nad Moravou		Predhorie Veľkého Jeseníku	Jesenický smrekovec autochtónny
47	Blühnbachtal	Rakúsko	Severná medziľahlá alpská zóna	Severovýchodné Alpy
49	Krnov-Loučky	ČR	Nízky Jeseník a Oderské vrchy	Jesenický smrekovec autochtónny
50	Krnov-Radim		Predhorie Veľkého Jeseníku	Jesenický smrekovec autochtónny
51	Čierny Váh-Ipoltica	Slovensko	Nízke Tatry	Slovenský smrekovec subtatranský
53	Smokovec		Vysoké Tatry	Slovenský smrekovec tatranský

Pokračovanie tabuľky 1  
Continued of Table 1

Proveniencia <sup>1)</sup>		Krajina pôvodu <sup>2)</sup>	Oblasť pôvodu <sup>3)</sup>	Skupina proveniencií <sup>4)</sup>
Číslo <sup>5)</sup>	Označenie <sup>6)</sup>			
59	Brezovička	Slovensko	Levočské pohorie	Slovenský smrekovec šarišský
64	Janovice-Stará Ves	ČR	Vysoký Jeseník	Jesenický smrekovec autochtónny
67	Staré Hory	Slovensko	Veľká Fatra	Slovenský smrekovec subtatranský
71	Piatra Arse	Rumunsko	Karpaty-Transylvánske Alpy	Rumunský smrekovec
71a	Jaroměřice-Chroustov	ČR	Predhorie Českomoravskej vrchoviny	Jesenický smrekovec autochtónny
A	Hradec nad Odrou		Nízky Jeseník a Oderské vrchy	Jesenický smrekovec autochtónny

<sup>1)</sup>Provenance, <sup>2)</sup>Country of origin, <sup>3)</sup>Area of origin, <sup>4)</sup>Provenance group, <sup>5)</sup>Number, <sup>6)</sup>Designation

Vlastná výsadba sadeníc smrekovca opadavého na sledovanej pokusnej ploche bola vykonaná v sponě 2 × 2 m. Parcely boli založené v štandardnom rozmere 22 × 22 m, v počte 121 sadeníc na jednu parcelu. Celková výmera trvalej výskumnej plochy je 1,35 ha. Dnes, po 49 rokoch sa na ploche nachádza približne 1/3 z počtu pôvodne vysadených sadeníc.

Jednotlivé parcely proveniencií sú od seba oddelené dobre viditeľnými dva metre širokými priesekmi. Po obvode celej plochy sú na konci každého prieseku plochy stabilizované oceľovými kolíkmi. Okrajové stromy jednotlivých proveniencií sú navyše farebne označené žltó-červenými pásmi.

Vlastné meranie bolo vykonané na konci vegetačnej periódy v októbri 2001.

Výšky stromov boli merané pomocou ultrazvukového výškomeru Vertex III od švédskej firmy Hogof. Výšky boli, vďaka vysokej presnosti výškomerného prístroja merané s presnosťou na 0,1 m.

Pri meraní hrúbok bola použitá priemerka značky Kinex. Maximálny priemer, ktorý dovoľuje táto priemerka zmerať je 50 cm. Umožňuje merať s presnosťou na 1 mm. Meranie hrúbky sme vykonávali vo výške 1,3 m kolmo na os stromu. Druhé meranie sme uskutočnili v rovnakej rovine kolmo na smer prvého merania. Z týchto dvoch meraní sa vypočítal aritmetický priemer.

Objem stredného kmeňa sme stanovili na základe Grunde-Schwappachových tabuliek, ktoré boli upravené bývalým Lesoprojektom v Brandýse nad Labem na dve desiatinné miesta. Samotnému stanoveniu objemu podľa týchto tabuliek predchádzalo zaradenie nameraných hrúbok jednotlivých proveniencií do hrúbkových stupňov rozdelených po 1 cm. Ďalej sa z nameraných výšok a stromov zaradených do jednotlivých hrúbkových stupňov zostavil výškový grafikon, do ktorého sa vložila krivka. Podľa získanej krivky sa z grafikonu vypočítala ku každému hrúbkovému stupňu príslušná výška. Na základe získaných hodnôt výšky a hrúbky sa v upravených Grunder-Schwappachových tabuľkách našiel objem pre každý hrúbkový stupeň. Ten sa potom prenášobil počtom jedincov v príslušnom hrúbkovom stupni. Sumarizáciou objemu hrúbkových stupňov a následným vydelením počtom jedincov v danej proveniencii sa vypočítal objem stredného kmeňa proveniencie.

Pre výpočty analýzy variancie sa použili zistené hodnoty testovaných znakov jednotlivých stromov.

Provenencie hodnotené na pokusnej ploche boli porovnávané s kontrolnou (prevádzkovou) výsadbou smrekovca opadavého. Táto prevádzková výsadba bola hodnotená na ploche, ktorá mala zhodné stano-

vištné podmienky a porovnateľný vek. V prípade kontroly sa zisťovali nasledujúce priemerné hodnoty – výška v m;  $d_{1,3}$  v cm a objem v  $m^3$ . V tejto súvislosti je nutné pripomenúť, že sa v každom prípade jedná o porovnávanie alochtónneho materiálu, pretože v podmienkach ČR je autochtónny smrekovec iba v oblasti Jeseníkov.

K štatistickému spracovaniu merania bol použitý štatistický program UNISTAT. Pri každej hodnotej proveniencii boli ďalej stanovené základné štatistické charakteristiky: počet platných pozorovaní, aritmetický priemer, smerodajná odchýlka a variačný koeficient.

Pre matematicko-štatistické vyhodnotenie nameraných biometrických charakteristík a získaných hodnôt bola použitá metóda jednofaktorovej analýzy rozptylu. Pri vyhodnocovaní podielu príčin celkovej premenlivosti na výskumnej provenienčnej ploche bol použitý matematický model:

$$y_i = \mu + p_i + e_i$$

kde

$y_i$  – hodnota i-tej proveniencie v i-tom meraní,

$\mu$  – priemer pokusu,

$p_i$  – efekt i-tej proveniencie,

$e_i$  – experimentálna chyba pokusu.

Nulová hypotéza tohto modelu je:  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_m$  (teda, priemery jednotlivých skupín sú zhodné). V prípade, že na zvolenej hladine významnosti  $\alpha$  (v tomto prípade  $\alpha = 0,05$ ) presiahne vypočítaná hodnota F kritickú hodnotu, nulová hypotéza sa zamieta.

Predpokladaná variabilita zastúpených proveniencií bola hodnotená pomocou F-testu, homogenita stanovišťa bola zisťovaná na základe Bartlettovho testu chí kvadrát. Aby bolo možné zistiť, ktoré testované varianty sa od seba štatisticky významne odlišujú, boli ďalej hodnotené pomocou mnohonásobných porovnávaní pomocou Duncanovho testu

### 3. Výsledky

Počty jedincov na pokusnej ploche, základné biometrické ukazovatele výšky, hrúbky a vypočítané objemové charakteristiky proveniencií smrekovca opadavého na TVP Truba sú uvedené v tabuľke 2. V tabuľkách 3 až 10 prezentujeme výsledky jednotlivých analýz a testov.

Tabuľka 2. Základné biometrické charakteristiky proveniencií smrekovca opadavého na TVP Truba

Table 2. Basic biometric characteristics of European Larch provenances, locality Truba

Proveniencia <sup>1)</sup>		Počet jedincov <sup>2)</sup>	Objem stredného kmeňa <sup>3)</sup> ( $m^3$ )	Priemerná hrúbka v $d_{1,3}$ <sup>4)</sup> (cm)	Priemerná výška <sup>5)</sup> (m)
Číslo <sup>6)</sup>	Označenie <sup>7)</sup>				
2	Schönwies	30	0,59	24,7	23,2
7	Langdau	44	0,49	22,2	23,4
8	Semmering	46	0,45	21,9	22,6
9a	Lammerau	28	0,72	27,2	24,8
15	Bruneck-Ahrntal	33	0,64	24,9	25,4
16	Cavalese	15	0,75	28,2	24,1
17	Pergine-Laresotti	33	0,66	27,5	23,4

Pokračovanie tabuľky 2  
Continued of Table 2

Proveniencia <sup>1)</sup>		Počet jedincov <sup>2)</sup>	Objem stredného kmeňa <sup>3)</sup> (m <sup>3</sup> )	Priemerná hrúbka v d <sub>1,3</sub> <sup>4)</sup> (cm)	Priemerná výška <sup>5)</sup> (m)
Číslo <sup>6)</sup>	Označenie <sup>7)</sup>				
19	Pergine-Selvot	39	0,55	24,5	22,9
21	Pragelato	30	0,45	22,8	21,1
23	Embrun-Aigulles	31	0,62	25,2	23,5
26	Briancon	35	0,55	24,1	22,7
34	Neumünster	25	0,61	25,7	23,1
37	Krnov-Hošfálkovy	29	0,66	25,1	24,5
39	Zábřeh-Dubicko	28	0,65	25,5	24,9
40	Ruda nad Moravou	28	0,77	27,0	26,2
47	Blühnbachtal	40	0,44	22,2	21,7
49	Krnov-Loučky	22	0,80	28,0	26,1
50	Krnov-Radim	29	0,62	24,9	24,2
51	Čierny Váh-Ipoltica	28	0,64	25,3	24,6
53	Smokovec	32	0,53	23,5	22,8
54	Bischofswiesen	27	0,59	24,5	24,4
59	Brezovička	27	0,59	25,7	23,2
64	Janovice-Stará Ves	31	0,62	24,9	24,2
67	Staré Hory	24	0,58	25,1	23,3
71	Piatra Arse	21	0,55	24,1	22,3
71a	Jaroměřice-Chroustov	29	0,75	29,2	24,0
A	Hradec nad Odrou	31	0,64	25,2	24,5

<sup>1)</sup>Provenance, <sup>2)</sup>Number of trees, <sup>3)</sup>Mean-tree volume, <sup>4)</sup>Average diameter, <sup>5)</sup>Average height, <sup>6)</sup>Number, <sup>7)</sup>Designation

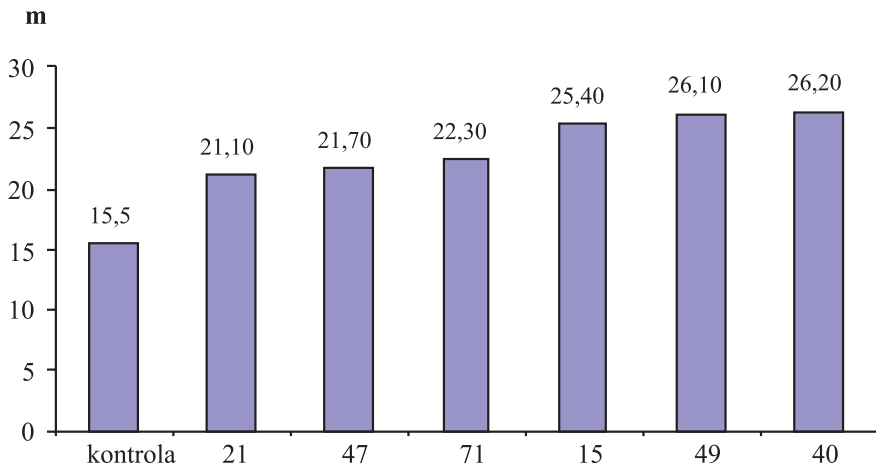
### 3.1. Hodnotenie výškového rastu

Výškový rast je v rámci provenienčného výskumu považovaný za jednu z najdôležitejších biometrických charakteristík z hľadiska posúdenia produkcie drevnej hmoty jednotlivých proveniencií.

Na sledovanej výskumnej ploche sa pri hodnotení výškového rastu najvyššie priemerné výšky 26,2 a 26,1 m zistili na provenienciách č. 40 Ruda nad Moravou a č. 49 Krnov – Loučky. Priemernú výšku 25,4 m dosiahli smrekovce z Bruneck – Ahrntalu (č. 15), čo je zrejme aj z tabuľky 2 a obrázku 1.

Naopak, najnižšie priemerné výšky 21,1 m dosiahli alpské proveniencie smrekovcov č. 21 z Pragelata, č. 47 z Blühnbachtalu (21,7 m) a rumunská proveniencia č. 71 z Piatra Arse dosiahla priemernú výšku 22,3 m.

Pri podrobnejšom skúmaní je zrejme, že najlepší výškový rast na trvalej pokusnej ploche Truba sa prejavili pri sudetských autochtónnych provenienciách (č. 40 a č. 49),



Obr. 1. Porovnanie priemerných výšok troch najlepších a troch najhorších proveniencií smrekovca opadavého a kontroly na TVP Truba

*Fig. 1. Comparison of the average heights of the best three and the worst three provenances of European larch and control.*

ale aj na alochtónnych populáciách z južného Tyrolska (č. 15). Porovnávaním troch najlepšie rastúcich proveniencií a troch proveniencií s najmenej výrazným výškovým rastom so smrekovcom z voľného opelenia sme podľa grafu obrázok 1 zistili, že priemerné výšky kontrolného smrekovca dosahovali iba 59 % (proveniencia č. 49) až 61 % (proveniencia č. 15) z priemerných výšok najvyšších smrekovcov. Oproti najmenej vysokým smrekovcom boli percentuálne hodnoty priemerných výšok kontrolných jedincov v rozmedzí hodnôt 69 % až 73 % (provenencie č. 71a, 21).

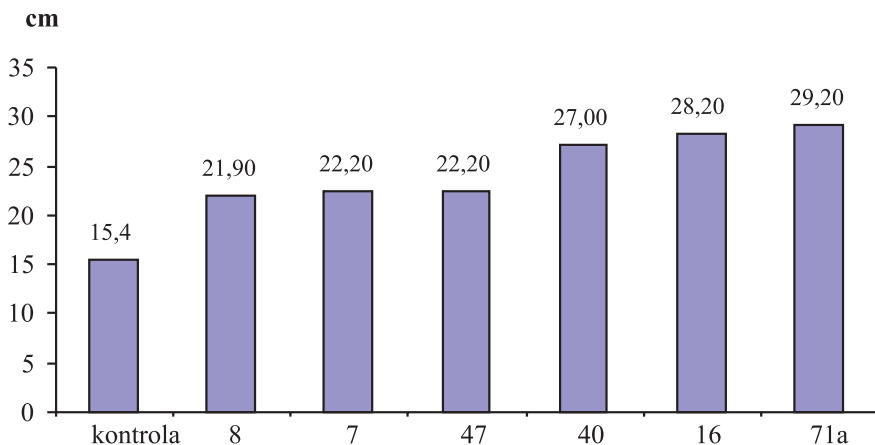
### 3.2. Hodnotenie hrúbkového rastu

Ďalší, veľmi významný ukazovateľ vhodnosti jednotlivých proveniencií je priemerná hrúbka v prsnej výške stromu. Táto je, podobne ako stredná výška jedným zo základných kvantitatívnych kritérií ukazovateľov.

Najvyššie priemerné hrúbky boli zistené, ako je zrejmé aj z obrázku 2, u proveniencií označených č. 71a Jaroměřice – Chroustov (29,2 cm), č. 16 Cavalese (28,2 cm) a č. 49 Krnov Loučky (28 cm)

Najmenšie priemerné hrúbky smrekovcov 21,9 cm sme zistili na parcele s provenienciou č. 7 Langdau, zhodne po 22,2 cm dosiahli hrúbky jedince proveniencie č. 8 Semmering a č. 47 Blühnbachtal.

Presnejším overením pôvodu jednotlivých najlepšie hrúbkovo rastúcich proveniencií sme zistili, že opäť sa najlepší hrúbkový rast na trvalej pokusnej ploche Truba prejavil u sudetských autochtónnych proveniencií (č. 71a a č. 49), ale aj na alochtónnej populácie z juhozápadných Álp (č. 16).



Obr. 2. Porovnanie priemerných hrúbok troch najlepších a troch najhorších proveniencií smrekovca opadavého a kontroly na TVP Truba

Fig. 2. Comparison of mean diameter of the best three and worst three provenances of European larch and control in locality Truba.

Pri porovnávaní troch najhrubších proveniencií a troch proveniencií s najmenšou priemernou hrúbkou so smrekovcom z kontrolného opelenia sme zistili ešte výraznejšie rozdiely v neprospech kontrolných jedincov, čo je zrejme aj z grafu na obrázku 2. Priemerné hrúbky kontrolného smrekovca dosahovali, takmer polovičné hodnoty najhrubších smrekovcov, konkrétne od 52 % (proveniencia č. 71a) do 55 % (proveniencia č. 15). Oproti najtenším provenienciám sa percentuálne hodnoty priemerných hrúbok kontrolných jedincov pohybovali od 69 % (provenencie č. 7 a 47) do 70 % (proveniencia č. 8).

### 3.3. Hodnotenie objemovej produkcie

Tento znak, znázornený v grafe obrázku 3 zohľadňuje výšku a hrúbku, je teda najobjektívnejším biometrickým porovnávacím znakom pri porovnávaní jednotlivých proveniencií.

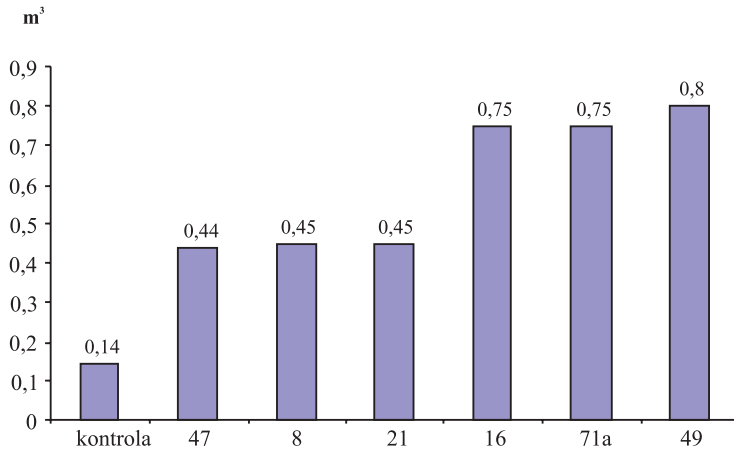
Najobjemnejšie kmene v priemere  $0,80 \text{ m}^3$  dosiahli smrekovce proveniencií č 49 (Krnov – Loučky). Zhodný priemerný objem  $0,75 \text{ m}^3$  dosiahli provenencie č. 16 (Cavalese) a č. 71a (Jaroměřice – Chroustov).

Najmenej hmoty vytvorili provenencie č. 47 (Blühnbachtal)  $0,44 \text{ m}^3$  a rovnaký priemerný objem  $0,45 \text{ m}^3$  sme zistili u proveniencií č. 8 (Semmering) a č. 21 (Pragelato).

Presnejším overením pôvodu jednotlivých najobjemnejších proveniencií sme zistili, že najkvalitnejšie smrekovce na TVP Truba sú potomstvom autochtónnych proveniencií (č. 49 a 71a), ale aj alochtónnej populácie z juhozápadných Álp (č. 16).

Pri porovnávaní objemov na provenienciách s najhmotnejšími kmeňmi sme zistili, že smrekovce z kontroly vytvorili menej ako 18 % objemu hmoty proveniencií





Obr. 3. Porovnanie priemerných objemov troch najlepších a troch najhorších proveniencií smrekovca opadavého a kontroly na TVP Truba

*Fig. 3. Comparison of the average timber volumes of the best three and worst three provenances of European larch and control on locality Truba.*

č. 49 (Krnov – Loučky) a menej ako 19 % z proveniencií č. 16 (Cavalese) a č. 71a (Jaroměřice – Chroustov). Dokonca aj pri porovnávaní kontrolného materiálu s najmenej objemnými provenienciami bola zistená len takmer 32 % objemová produkcia kontroly v porovnaní s provenienciami č. 8 (Semmering), č. 21 (Pragelato) i č. 47 (Blühnbachtal).

### 3.4. Štatistické hodnotenie

Na základe výsledkov analýzy variancie (tab. 3, 5 a 7) bolo zistené, že rozdiely medzi hodnotenými provenienciami sú v prípade hodnotenia výškového rastu, priemernej hrúbky a objemu štatisticky vysoko signifikantné. Pri následnom testovaní homogenity rozptylu týchto znakov je iba v prípade výškového rastu výsledok testu (Chí kvadrát) negatívny (tab. 4, 6 a 8). Preto sa pristúpilo k posúdeniu významnosti rozdielov priemernej hrúbky a objemu pomocou Duncanovho testu. Jeho výsledkom bolo rozdelenie proveniencií do 5 skupín (tab. 9 a 10).

## 4. Diskusia

Problematika ekonomickej efektívnosti šľachtenia lesných drevín s ohľadom na zabezpečenie čo najvyššieho ekonomického zisku je v krajinách strednej Európy problematikou pomerne málo overovanou, teda možnosti konfrontácie s výsledkami autorov našich zemepisných pomerov sú značne obmedzené.

Pokiaľ sa jedná o otázky ekonomického zhodnotenia šľachtiteľského zisku na príklade provenienčného výskumu existuje už podstatne viac možností konfrontácie našich výsledkov s výsledkami iných autorov.

Tabuľka 3. Analýza rozptylu jednotlivých proveniencií  
 Závisle premenná: výška stromu (m)  
 Table 3. Analysis of variance of individual provenances  
 Dependently variable: tree height (m)

Zdroj variability <sup>1)</sup>	Suma štvorcov <sup>2)</sup>	Stupeň voľnosti <sup>3)</sup>	Priemerný štvorec <sup>4)</sup>	Štat. <sup>5)</sup> F	Významnosť <sup>6)</sup>
Hlavné efekty <sup>7)</sup>	1 164,122	27	43,116	9,496	0,0000
Číslo stromu <sup>8)</sup>	1 164,122	27	43,116	9,496	0,0000
Vysvetlené <sup>9)</sup>	1 164,122	27	43,116	9,496	0,0000
Chyba <sup>10)</sup>	3 691,214	813	4,540		
Celkom <sup>11)</sup>	4 855,336	840	5,780		

<sup>1)</sup> Variability source, <sup>2)</sup> Sum of squares, <sup>3)</sup> Degree of freedom, <sup>4)</sup> Average square, <sup>5)</sup> Stat. F, <sup>6)</sup> Significance, <sup>7)</sup> Main effects, <sup>8)</sup> Number of tree, <sup>9)</sup> Explained, <sup>10)</sup> Error, <sup>11)</sup> Total

Tabuľka 4. Test homogenity rozptylov jednotlivých proveniencií pre výšku stromov (m)  
 Table 4. Test of homogeneity of variances provenances trees for height (m)

	Testovacia štatistika <sup>1)</sup>	Významnosť <sup>2)</sup>
Triedené podľa čísla stromov Bartlettov test chí-kvadrát <sup>3)</sup>	140,8795	0,0000

<sup>1)</sup> Testing statistics, <sup>2)</sup> Significance, <sup>3)</sup> Bartlett test Chi-squared

Tabuľka 5. Analýza rozptylu jednotlivých proveniencií  
 Závisle premenná:  $d_{1,3}$  (cm)  
 Table 5. Analysis of variance of individual provenances  
 Dependently variable:  $d_{1,3}$  (cm)

Zdroj variability <sup>1)</sup>	Suma štvorcov <sup>2)</sup>	Stupeň voľnosti <sup>3)</sup>	Priemerný štvorec <sup>4)</sup>	Štat. <sup>5)</sup> F	Významnosť <sup>6)</sup>
Hlavné efekty <sup>7)</sup>	2 836,931	27	105,072	3,607	0,0000
Číslo stromu <sup>8)</sup>	2 836,931	27	105,072	3,607	0,0000
Vysvetlené <sup>9)</sup>	2 836,931	27	105,072	3,607	0,0000
Chyba <sup>10)</sup>	23 685,053	813	29,133		
Celkom <sup>11)</sup>	26 521,984	840	31,574		

<sup>1)</sup> Variability source, <sup>2)</sup> Sum of squares, <sup>3)</sup> Degree of freedom, <sup>4)</sup> Average square, <sup>5)</sup> Stat. F, <sup>6)</sup> Significance, <sup>7)</sup> Main effects, <sup>8)</sup> Number of tree, <sup>9)</sup> Explained, <sup>10)</sup> Error, <sup>11)</sup> Total

Okrem trvalej výskumnej plochy Truba pri Kostelci nad Černými lesy boli v Českej republike založené štyri ďalšie výskumné plochy. Jedná sa napríklad o TVP Jíloviště (Třebotov), Krnov (Ježník), Ruda nad Moravou a Litvínov (Přítkov). Hodnoty priemer-

Tabuľka 6. Test homogenity rozptylov jednotlivých proveniencií pre  $d_{1,3}$  (cm)  
 Table 6. Test of homogeneity of individual scattering provenances for  $d_{1,3}$  (cm)

	Testovacia štatistika <sup>1)</sup>	Významnosť <sup>2)</sup>
Triedené podľa čísla stromov Bartlettov test chí-kvadrát <sup>3)</sup>	35,1623	0,1348

<sup>1)</sup>Testing statistics, <sup>2)</sup>Significance, <sup>3)</sup>Bartlett test Chi-quadrat

Tabuľka 7. Analýza rozptylu jednotlivých proveniencií

Závisle premenná: objem stromu ( $m^3$ )

Table 7. Analysis of individual provenances variance

Dependent variable: volume of tree ( $m^3$ )

Zdroj variability <sup>1)</sup>	Suma štvorcov <sup>2)</sup>	Stupeň voľnosti <sup>3)</sup>	Priemerný štvorec <sup>4)</sup>	Štat. <sup>5)</sup> F	Významnosť <sup>6)</sup>
Hlavné efekty <sup>7)</sup>	7,184	27	0,266	4,373	0,0000
Číslo stromu <sup>8)</sup>	7,184	27	0,266	4,373	0,0000
Vysvetlené <sup>9)</sup>	7,184	27	0,266		
Chyba <sup>10)</sup>	49,466	813	0,061	4,373	0,0000
Celkom <sup>11)</sup>	56,651	840	0,067		

<sup>1)</sup>Variability source, <sup>2)</sup>Sum of squares, <sup>3)</sup>Degree of freedom, <sup>4)</sup>Average square, <sup>5)</sup>Stat. F, <sup>6)</sup>Significance,

<sup>7)</sup>Main effects, <sup>8)</sup>Number of tree, <sup>9)</sup>Explained, <sup>10)</sup>Error, <sup>11)</sup>Total

Tabuľka 8. Test homogenity rozptylov jednotlivých proveniencií pre objem stromov ( $m^3$ )

Table 8. Test of homogeneity of individual scattering provenances trees for volume of tree ( $m^3$ )

	Testovacia štatistika <sup>1)</sup>	Významnosť <sup>2)</sup>
Triedené podľa čísla stromov Bartlettov test chí-kvadrát <sup>3)</sup>	60,4382	0,0002

<sup>1)</sup>Testing statistics, <sup>2)</sup>Significance, <sup>3)</sup>Bartlett test Chi-quadrat

ných výšok na týchto plochách sú pomerne kolísavé, ale dá sa povedať, že najvyššie priemerné výšky dosahujú autochtónne sudetské proveniencie, zatiaľ čo najmenej intenzívnym rastom sa prezentujú proveniencie z talianskych a francúzskych juhozápadných Álp (ŠINDELÁŘ, FRÝDL 1996). Dá sa teda povedať, že tendencia výškového rastu na týchto plochách odpovedá tendencii rastu jednotlivých proveniencií na nami hodnotenej TVP. Čo sa týka hrúbkového rastu, nie je už prevaha sudetských populácií na ostatných štyroch hodnotených TVP až tak výrazná (ŠINDELÁŘ, FRÝDL 1996), pričom v našich pokusoch sa prejavil aj v tejto biometrickej veličine veľmi široký

Tabuľka 9. Duncanov test homogenity hrúbok.

(Testované proveniencie sú rozdelené do piatich skupín od najmenších hrúbok po najväčšie)

*Table 9. Duncan test of DBH homogeneity*

*(Tested provenances are divided into five groups from smallest breast-height diameter to the largest one)*

--	8, 47, 7
-	21, 53
∅	26, 71, 19, 54, 2, 64, 50, 15, 23, 37, 67
+	A, 51, 39, 59, 34
++	18, 40, 9a, 17, 49, 16, 71c

Tabuľka 10. Duncanov test homogenity objemov kmeňa.

(Testované varianty sú rozdelené do piatich skupín od najmenšieho objemu po najväčší)

*Table 10. Duncan test of volume homogeneity*

*(Tested provenances are divided into five groups from the smallest volume to the largest one)*

--	47, 21, 8, 7, 53, 19, 26
-	71, 67, 2, 54, 59,
∅	34, 64, 50, 23, 18, A, 15
+	51, 39, 17, 37
++	9a, 71a, 16, 40, 49

kladný vplyv najmä u sudetských autochtónnych smrekovcov. Podobné tendencie sa prejavili aj pri zisťovaní objemu stredného kmeňa, keď práve pôvodné populácie boli nositeľmi najvyššej kvality.

Aj výsledky pokusov na iných pokusných plochách v Českej republike ukazujú, že najlepšie biometrické parametre dosahujú prevažne autochtónne proveniencie (FRÝDL 1996, ŠINDELÁŘ 1989).

Dobré výsledky so sudetským smrekovcom boli dosiahnuté aj pri testovaní v Baden-Württembergu (FREINHAEUER, THREN 1983), kde boli testované zdravotný stav, rast, objemová produkcia a tvárnosť kmeňov.

Podobné výsledky boli dosiahnuté v provenienčnom výskume aj v iných krajinách. Na slovenských výskumných plochách v lokalite Zvolen najlepšie rástli práve autochtónne proveniencie slovenské, na ploche vo Vysokých Tatrách potom miestna populácia tatranského smrekovca (ČERVENKA 1980).

## 5. Záver

Výsledky našich pokusov, pričom v práci prezentujeme vstupné údaje na počiatku riešenia výskumnej úlohy končiacej v roku 2012 ukazujú, že ekonomický efekt pri využití vhodných proveniencií je zrejmý už veľmi skoro, v prvých rastových fázach.

Vlastné ekonomické hodnotenie efektívnosti šľachtenia bude realizované v priebehu riešenia projektu.

Naše ukazovatele, získané v mladých, 40-ročných porastoch ukazujú možnosti, ako cez výber vhodnej proveniencie je možné získať väčšie množstvo drevej hmoty na jednotku plochy. Vo väčšine sledovaných biometrických charakteristikách, priemerných výškach i hrúbkach a samozrejme aj v priemerných objemových ukazovateľoch boli najvhodnejšími autochtónne smrekovce.

### Podakovanie

Príspevok vznikol vďaka finančnej pomoci projektu NAZV QH81160 Ekonomická efektívnosť šľachtění lesních dřevin.

### Literatúra

1. CORNELIUS J., 1994: Heritabilities and additive genetic coefficients of variation in forest trees. *Canadian Journal of Forest Research*, 24: 372–379. – 2. ČERVENKA E., 1980: Provenienčný pokus smrekovca opadavého na Školskom lesnom podniku VŠLD vo Zvolene. In Provenienční výzkum lesních dřevin, Praha, s. 141–148. – 3. FREINAUER H., THREN M., 1983: Zur Herkunftswahl der europäischen Lärche für den Anbau in Baden-Württemberg. *Allg. Forst und Jagdztg.*, s. 197–205. – 4. FRÝDL J., 1996: Zhodnocení výzkumných ploch modřínu s potomstvy výběrových stromů z volného sprášení a kontrolního křížení ve věku 4 a 9 let. *Práce VÚLHM*, 81, s. 21–56. – 5. FÉR F., POKORNÝ J., 1993: Lesnická dendrologie. I. Část. Jehličnany. Lesnická fakulta VŠZ v Praze a Maticе lesnická Písek, 131 s. – 6. LI B., MCKEAN S., WEIR R., 2000: Impact of forest genetics on sustainable forestry – results from two cycles of loblolly pine breeding in the US. *Journal of Sustainable Forestry*, 10: 79–85. – 7. SLÁVIK M., 2006: Smrekovec opadavý *Larix decidua* Mill., jeho charakteristika, ekológia a perspektívy jeho uplatnenia v lesníckej prevádzke. In Modřín strom roku 2006. Sborník recenzovaných referátů z konference. Kostelec nad Černými lesy, s. 19–24. – 8. ŠINDELÁŘ J., 1989: Přehled dosavadních výsledků výzkumu proměnlivosti modřínu opadavého a perspektivy dalšího šlechtění. *Práce VÚLHM*, 74, s. 7–48. – 9. ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., 1996: Tendence dalšího vývoje proveniencí modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill.) na příkladu výzkumné plochy provenienční série IUFRO 1958/59 Jíloviště, Třebotov. *Práce VÚLHM*, 81, s. 75–91.

### Summary

Production capabilities of the populations of autochthonous as well as allochthonous European larch trees of Austrian, Italian, French, Romanian, Slovakian and Czech provenance were compared on research plot, which is a part of international IUFRO series established in 1961. The plot was established on the territory of current school forest enterprise in Kostelec nad Černými lesy. At the age of 40 years there was evaluated height growth, diameter growth and volume production on the plot. Studied progenies on the evaluated experimental plot were compared with larch plantations from free pollination that were growing under the same site conditions. Statistical programme UNISTAT was used for statistical processing of measurements. For each evaluated provenance there were determined basic statistical characteristics as number of valid observations, arithmetic mean, directive deviation and variation coefficient. Method of one-factor dispersion analysis was used for mathematical-statistical assessment of measured biometric characteristics and the obtained values. The results are given in tables and graphs.

Best height growth was found for domestic (Jeseníky Mts.) provenances no. 40 and no. 49 and the smallest mean heights were recorded for Alps larch trees (provenance no. 21 and no. 47). Greatest mean diameters were found for domestic provenances no. 71a and no. 49 and for Alps provenance no. 16. Smallest mean diameters of larch trees were recorded on the plots with Alps provenances no. 7, no. 8 and no. 47. Provenances from the region of Jeseníky Mts. no. 49 and from Alps no. 16 had the highest

stem volumes. Populations of European larch in Alps, provenances no. 47, no. 8 and no. 21 had the smallest stem volumes.

Statistical results obtained from the assessment are used for the assessment of economic effectiveness of the studied tree species also on other plots in the Czech Republic in the framework of approved research project “Economic effectiveness of forest tree species breeding”.

*Translated by: Z. Al-ATTASOVÁ*